

GEARINSPECTOR 2.3

РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА

ООО «Лапик» 2010-2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

О программе.....	6
1 Начало работы с GearInspector	7
2 Описание интерфейса GearInspector	7
2.1 Системная панель и её функции.....	7
2.1.1 Новая деталь	7
2.1.2 Открыть деталь	8
2.1.3 Заккрыть деталь.....	10
2.1.4 Сохранить изменения	10
2.1.5 Начать измерение	10
2.1.7 Загрузить результаты измерения.....	10
2.1.8 Создать отчет	10
2.1.9 Параметры	10
2.1.10 Помощь	11
2.1.11 О программе	11
2.1.12 Расчеты по детали	11
2.2 Окно визуализации модели и панель инструментов	11
3 Контроль детали в GearInspector.....	12
3.1 Контроль цилиндрического эвольвентного колеса	12
3.1.1 Создание цилиндрического эвольвентного колеса	14
3.1.2 Измерение цилиндрического эвольвентного колеса	31
3.1.2.1 Измерение вал-шестерни	35
3.1.3 Просмотр результатов измерения цилиндрического эвольвентного колеса ..	40
3.1.4 Отчет по результатам измерения цилиндрического эвольвентного колеса ..	44
3.2 Контроль конического прямозубого колеса	54
3.2.1 Создание конического прямозубого колеса	54
3.2.2 Измерение конического прямозубого колеса	61
3.2.3 Просмотр результатов измерения конического прямозубого колеса	64
3.2.4 Отчет по результатам измерения конического прямозубого колеса	67
3.3 Контроль конического колеса с круговым зубом	71
3.3.1 Создание конического колеса с круговым зубом	71
3.3.2 Измерение конического колеса с круговым зубом	80
3.3.3 Просмотр результатов измерения конического колеса с круговым зубом	80
3.3.4 Отчет по результатам измерения конического колеса с круговым зубом	81
3.4 Контроль звёздочки цепной	85
3.4.1 Создание звёздочки цепной	85
3.4.2 Измерение звездочки цепной	88
3.4.3 Просмотр результатов измерения звездочки цепной	88
3.4.4 Отчет по результатам измерения звездочки цепной	89
3.5 Контроль червяка архимедова	91
3.5.1 Создание червяка архимедова.....	91
3.5.2 Измерение червяка архимедова	94
3.5.3 Просмотр результатов измерения червяка архимедова	96
3.5.4 Отчет по результатам измерения червяка архимедова	97
3.6 Контроль шлица.....	100
3.6.1 Создание шлица	100
3.6.2 Измерение шлица.....	104
3.6.3 Просмотр результатов измерения шлица	106
3.6.4 Отчет по результатам измерения шлица	108
3.7 Контроль рейки	112

3.7.1 Создание рейки	112
3.7.2 Измерение рейки	116
3.7.3 Просмотр результатов измерения рейки	117
3.7.4 Отчет по результатам измерения рейки	118
3.8 Контроль резьб и калибров (с шагом $P \geq 1$)	121
3.8.1 Создание проекта	127
3.8.2 Измерение резьбы	134
3.8.3 Просмотр результатов измерения резьбы	137
3.8.4 Отчет по результатам измерения резьбы	139
3.9 Контроль резьб и калибров с малым шагом ($P < 1$)	140
3.9.1 Предварительные шаги	140
3.9.2 Создание проекта	140
3.9.3 Измерение резьбы	144
3.9.4 Калибровка углового щупа-иглы	145
3.9.5 Просмотр результатов измерения резьбы	147
3.9.6 Отчёт по результатам измерения резьбы	149
3.10 Контроль червячного колеса	150
3.10.1 Создание червячного колеса	150
3.10.2 Измерение червячного колеса	152
3.10.3 Просмотр результатов измерения червячного колеса	153
3.10.4 Отчет по результатам измерения червячного колеса	154
3.11 Контроль червячной фрезы	157
3.11.1 Создание червячной фрезы	157
3.11.2 Измерение червячной фрезы	160
3.11.3 Просмотр результатов измерения червячной фрезы	161
3.11.4 Отчет по результатам измерения червячной фрезы	162
3.12 Контроль винта шарико-винтовой пары (ШВП)	166
3.12.1 Создание винта ШВП	166
3.12.2 Измерение винта ШВП	169
3.12.3 Просмотр результатов измерения	170
3.12.4 Отчет по результатам измерения	171
3.13 Контроль гайки шарико-винтовой пары (ШВП)	174
3.13.1 Создание гайки ШВП	174
3.13.2 Измерение гайки ШВП	177
3.13.3 Просмотр результатов измерения	178
3.13.4 Отчет по результатам измерения	179
3.14 Контроль винта ведущего/ведомого	182
3.14.1 Создание винта ведущего/ведомого	182
3.14.2 Измерение винта ведущего/ведомого	193
3.14.3 Просмотр результатов измерения винта ведущего/ведомого	198
3.14.4 Отчет по результатам измерения винта ведущего/ведомого	204
3.15 Контроль гайки ролико-винтовой пары (РВП)	206
3.15.1 Создание гайки РВП	206
3.15.2 Измерение гайки РВП	209
3.15.3 Просмотр результатов измерения	210
3.15.4 Отчет по результатам измерения	211
3.16 Контроль винта ролико-винтовой пары (РВП)	214
3.16.1 Создание винта РВП	214
3.16.2 Измерение винта РВП	217
3.16.3 Просмотр результатов измерения	218
3.16.4 Отчет по результатам измерения	219
3.17 Контроль ролика ролико-винтовой пары (РВП)	221

3.17.1 Создание ролика РВП	221
3.17.2 Измерение ролика РВП.....	225
3.17.3 Просмотр результатов измерения	226
3.17.4 Отчет по результатам измерения	227
3.18 Контроль цилиндрической шестерни по спирали.....	230
3.19 Контроль винта шарико-винтовой пары (ШВП) с готическим профилем.....	231
3.19.1 Создание винта ШВП	231
3.19.2 Измерение винта ШВП	234
3.19.3 Просмотр результатов измерения	235
3.19.4 Отчет по результатам измерения	236
3.20 Контроль гайки шарико-винтовой пары (ШВП) с готическим профилем	239
3.20.1 Создание гайки ШВП.....	239
3.20.2 Измерение гайки ШВП	242
3.20.3 Просмотр результатов измерения	243
3.20.4 Отчет по результатам измерения	244
3.21 Контроль калибров и резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов, калибров труб нефтяного сортамента.....	247
3.21.1 Создание резьбового калибра или резьбы	247
3.21.1.1 Создание резьбового калибра типа «Buttress», ОТТМ, ОТТГ	247
3.21.1.2 Создание резьбы типа «Buttress», ОТТМ, ОТТГ	255
3.21.1.3 Создание резьбы типа НКМ по ГОСТ 33758-2016	263
3.21.1.4 Создание резьбы типа НКТН и НКТВ по ГОСТ 33758-2016	267
3.21.1.5 Создание специальной резьбы типа «ВМЗ-4»	271
3.21.1.6 Создание специальной резьбы типа «ОПТИМА»	277
3.21.1.7 Создание резьбового калибра типа LP по ГОСТ 34057-2017 и API 5B ...	281
3.21.1.8 Создание резьбового калибра типа SC, LC по ГОСТ 34057-2017 и CSG по API 5B.....	284
3.21.1.9 Создание резьбового калибра типа NU по ГОСТ 34057-2017 и TBG по API 5B.....	286
3.21.1.10 Создание резьбового калибра типа EU по ГОСТ 34057-2017 и UPTBG по API 5B.....	288
3.21.1.11 Создание резьбового калибра типа Р, К–Р по ГОСТ 10654-81	290
3.21.1.12 Создание резьбового калибра по ТУ 14-3-1575-88.....	293
3.21.2 Измерение резьбового калибра или резьбы	295
3.21.3 Просмотр результатов измерения	299
3.21.4 Отчет по результатам измерения	300
3.22 Контроль зуборезных чистовых долбяков	303
3.22.1 Создание долбяка	303
3.22.2 Измерение долбяка	306
3.22.3 Просмотр результатов измерения	307
3.22.4 Отчет по результатам измерения	308
3.23 Контроль фрезы хвостовой червячной зуборезной	311
3.23.1 Создание фрезы хвостовой червячной зуборезной	311
3.23.2 Измерение фрезы хвостовой червячной зуборезной	315
3.23.3 Просмотр результатов измерения	317
3.23.4 Отчет по результатам измерения	320
4 Контроль сборки деталей в GearInspector	321
4.1 Создание сборки деталей	321
4.1.1 Менеджер сборки деталей.....	322
4.2 Измерение сборки деталей.....	323
4.3 Загрузка и просмотр результатов измерения сборки деталей.....	324

4.4 Отчет по результатам измерения сборки деталей	326
4.5 Привязка отдельных измерений сборки деталей к базовой детали.....	327

О программе

GearInspector – система, предназначенная для автоматического контроля геометрии механических передач, соединений и инструмента при помощи КИМ.

В текущей версии поддерживается контроль:


- цилиндрических эвольвентных зубчатых колес,
- прямозубых конических колес по ГОСТ 1758-81,
- конических колес с круговым зубом,
- валов-шестерен перечисленных типов,
- цепных передач (звездочек),
- червяков и червячных колес,
- шлицов прямобоочных и эвольвентных,
- реек,
- метрических резьбовых калибров и резьб,
- трапецеидальных резьб,
- упорных резьб,
- упорных усиленных резьб,
- червячных фрез,
- винтов и гаек шарико-винтовой пары,
- винтов ведущих и ведомых,
- винтов, гаек и роликов ролико-винтовой пары,
- винтов и гаек шарико-винтовой пары с готическим профилем,
- резьбовых калибров типа «Buttress», ОТТМ, ОТТГ, LP, SC, LC, CSG, NU, TBG, EU, UPTBG, P и K–P, рабочих и контрольных,
- резьб типа «Buttress», ОТТМ, ОТТГ, НКТН, НКТВ, НКМ,
- зуборезных чистовых долбяков,
- фрез хвостовых червячных зуборезных.

Внимание! Все линейные величины, если не указано иное, даны в миллиметрах. Все угловые величины – градусы° минуты' секунды". Скорости – мм/сек, ускорения мм/сек².

1 Начало работы с GearInspector

Система GearInspector предназначена для работы в комплексе с Samiso, но реализована как отдельное приложение. Поэтому для работы с GearInspector нет необходимости запускать Samiso, если не требуется производить измерение деталей на станке (например, для анализа ранее измеренных деталей).

Для запуска GearInspector необходимо дважды кликнуть левой кнопкой «мыши» по

иконке  на рабочем столе. На экране появится главное окно GearInspector – см. рис. [1-1](#).

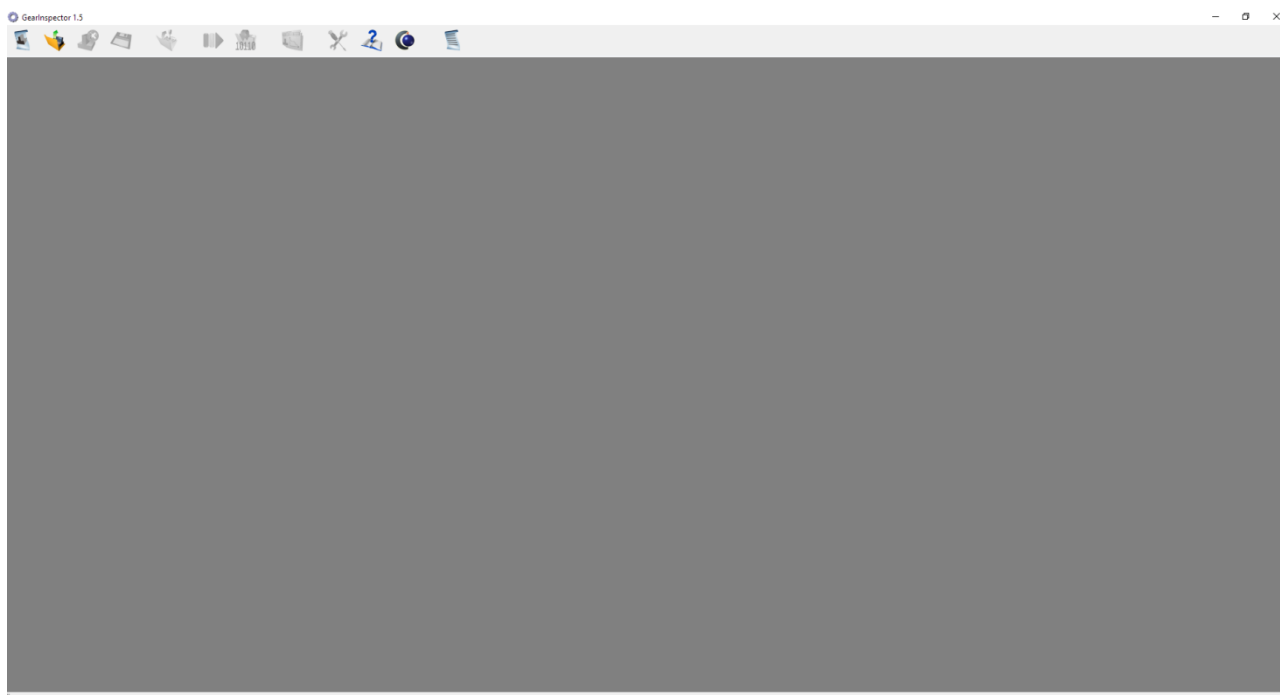


Рис. 1-1 Внешний вид интерфейса **GearInspector**

2 Описание интерфейса GearInspector

2.1 Системная панель и её функции



Рис. 2.1-1. Системная панель

2.1.1 Новая деталь



– Запускает мастер создания новой детали. На экране появится окно выбора типа колеса.

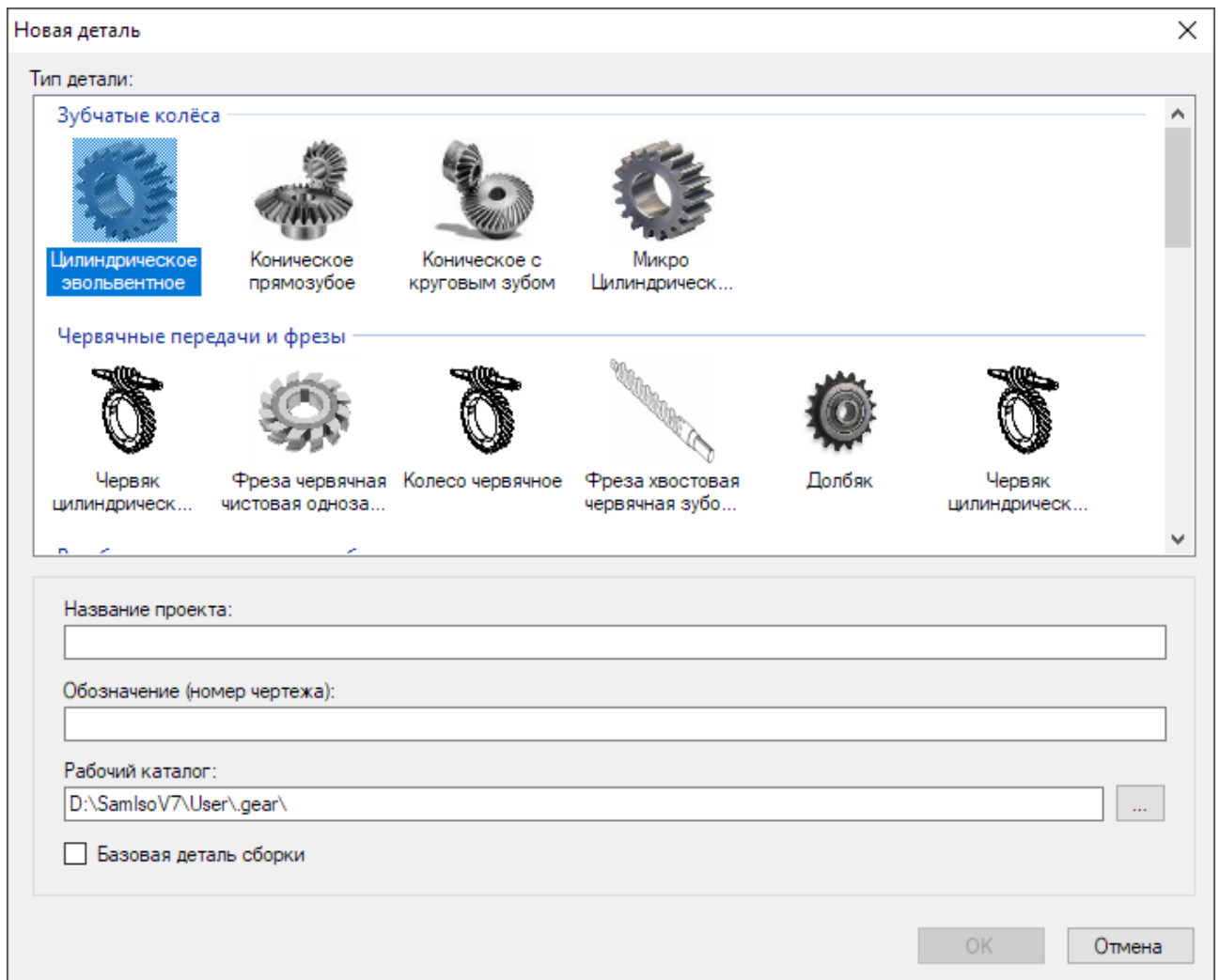


Рис. 2.1.1-1. Окно выбора типа колеса

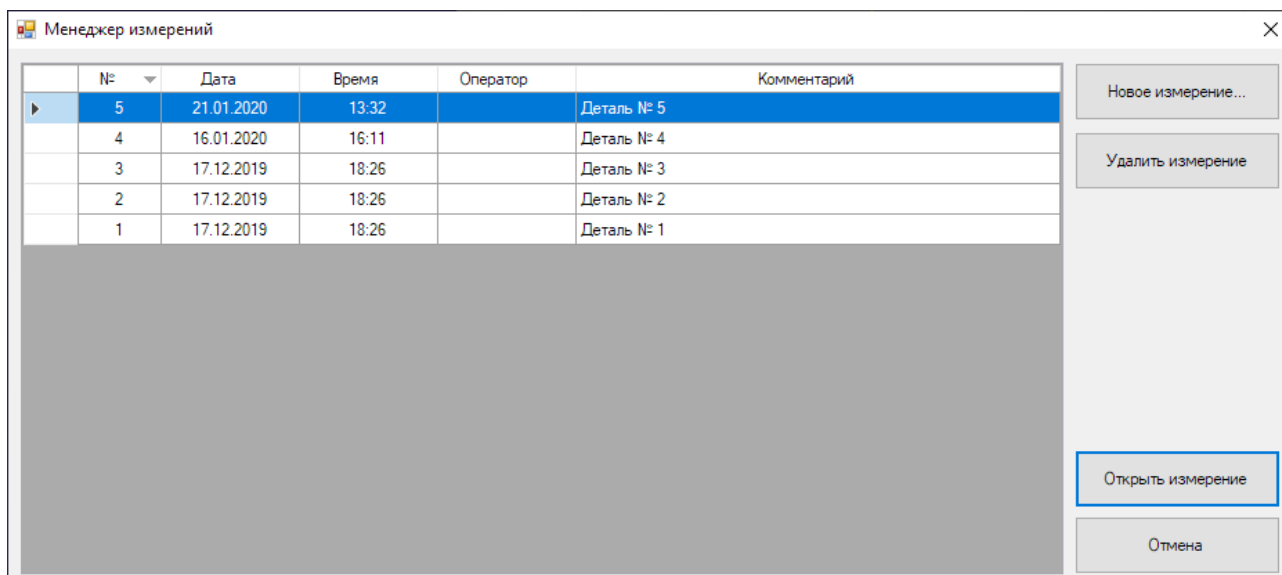
Необходимо ввести название детали и обозначение (номер чертежа). При необходимости можно изменить рабочий каталог, куда сохранится файл описания детали, и впоследствии будут записаны измеренные точки и результаты измерений. Если планируется измерение сборки деталей и новая деталь является базовой для сборки, необходимо поставить галочку «Базовая деталь сборки» (измерение сборки описано в [п. 4](#)). После ввода значений нужно нажать кнопку «OK».

2.1.2 Открыть деталь



– Загружает файлы с параметрами передачи. Ранее загруженная передача, с разрешения пользователя, закрывается (с сохранением или без сохранения).

После загрузки на экране появляется окно менеджера измерений.



В окне менеджера измерений выбирается нужное измерение. После нажатия кнопки «Открыть измерение» происходит загрузка точек, собранных с поверхности зубьев колеса. После загрузки программа автоматически пытается произвести расчет погрешностей геометрии колеса. Вид окна параметров детали после ее открытия отличается от вида окна при создании детали только наличием вкладок с различными типами параметров детали и отсутствием кнопок «Назад» и «Далее». Также появляется новая вкладка «Результаты».

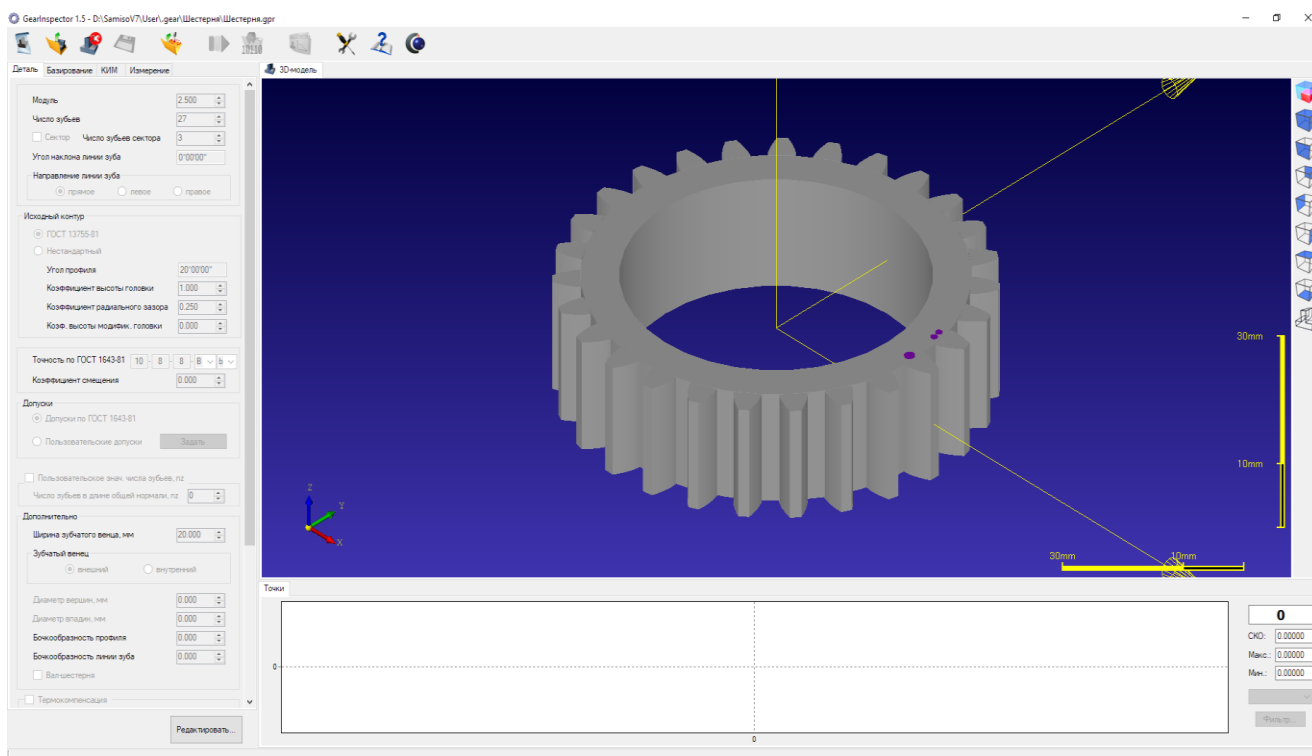


Рис. 2.1.2-1. Вид окна параметров колеса после открытия детали

Параметры во вкладке «Деталь» при открытии по умолчанию недоступны для изменения. Их можно изменить, нажав кнопку «Редактировать». Этот режим реализован для того, чтобы случайно не запортить параметры детали.

2.1.3 Заккрыть деталь



– Закрывает деталь. Если какие-либо параметры были изменены после открытия детали, выдается окно с запросом о сохранении изменений.

Заккрытие проекта



Сохранить изменения?

Да

Нет

Отмена

2.1.4 Сохранить изменения



– Сохраняет параметры детали.

2.1.5 Начать измерение



– Менеджер измерений (выбрать, удалить, либо произвести новое измерение).

2.1.6 Продолжить измерение



– Продолжает измерение детали, если в «Менеджере измерений» открыто последнее измерение.

2.1.7 Загрузить результаты измерения



– Загружает результаты измерений из программного комплекса Samlso в метрологический комплекс GearInspector.

2.1.8 Создать отчет



– Создает и выводит на экран отчет измерения с возможностью вывести его на печать.

2.1.9 Параметры



– Выводит сведения о названии детали, о номере чертежа, путь каталога в котором лежит проект измерения данной детали, номер измерения, оператор и комментарий. Для редактирования доступны: номер чертежа, оператор, комментарий. Остальные параметры неактивны для редактирования.

2.1.10 Помощь



– Вызов этого документа.

2.1.11 О программе



– Выводит на экран окно с информацией о программе GearInspector.

2.1.12 Расчеты по детали



– Расчет по детали – расчет теоретических параметров детали. Данный значок активен после запуска GearInspector (перед созданием детали).

2.2 Окно визуализации модели и панель инструментов

Окно визуализации модели появляется на экране во вкладке «Модель» после создания новой детали или открытия существующей (см. рис. [2.1.2-1](#)).

В нём можно увидеть проекцию на ту или иную плоскость, совмещаемую с плоскостью экрана, для трёхмерной CAD-модели детали вместе с осями системы координат, в которой была создана CAD-модель.

Перемещение, вращение и масштабирование изображения в окне визуализации осуществляется только при удержании клавиши Ctrl и:

- для перемещения изображения: при удержании правой кнопки «мыши» и движении «мыши»,
- для вращения изображения: при удержании левой кнопки «мыши» и движении «мыши»,
- для масштабирования изображения: при вращении колесика «мыши».

Т.к. иногда сам элемент и координатные оси не умещаются одновременно в окне, то для указания текущего направления изображений осей на экране в левом нижнем углу всегда присутствует маленькое изображение декартовых осей, вращающееся согласованно с вращением настоящих осей системы координат детали.

Также по двойному щелчку «мыши» происходит автомасштабирование CAD-модели и отображение ее в изометрии.

Панель инструментов расположена вертикально по правому краю окна визуализации модели. В ней расположен ряд кнопок, по нажатию на которые осуществляются следующие операции.



Автомасштаб. Масштаб и центр изображения оптимизируются применительно к размерам окна визуализации



Изометрия. Вид в изометрической проекции.



Вид спереди. Проекция на плоскость XZ (ось Y направлена ОТ наблюдателя).



Вид сзади. Проекция на плоскость XZ (ось Y направлена НА наблюдателя).



Вид слева. Проекция на плоскость YZ (ось X направлена ОТ наблюдателя).



Вид справа. Проекция на плоскость YZ (ось X направлена НА наблюдателя).



Вид сверху. Проекция на плоскость XY (ось Z направлена НА наблюдателя).



Вид снизу. Проекция на плоскость XY (ось Z направлена ОТ наблюдателя).



Каркасное (твердотельное) отображение. Переключение между твердотельным (по умолчанию) и каркасным отображениями.

3 Контроль детали в GearInspector

Для всех деталей «среднее квадратичное отклонение» (СКО) означает «корень из среднего арифметического квадратов отклонений (измеренных точек от поверхности трехмерной математической модели детали)». СКО показывает насколько плотно удаётся «прижать» эту модель к измеренным точкам детали с помощью поворотов, сдвигов и/или «подгонки» параметров самой детали.

3.1 Контроль цилиндрического эвольвентного колеса

Допускается контроль цилиндрических колес с внешним и внутренним зубом, прямозубых и косозубых ($\beta \neq 0$), корригированных ($x \neq 0$), с бочкообразной формой профиля ($s_\alpha \neq 0$) и линии зуба ($s_\beta \neq 0$), с нестандартным исходным контуром (α, h_a^*, c^* - не в соответствии с ГОСТ 13755).

Не допускается контроль цилиндрических колес с модификацией головки зуба ($h_g^* \neq 0, \Delta^* \neq 0$), если зона модификации пересекается зоной контроля, а так же колес с незвольвентным профилем (кроме эвольвентных бочкообразных).

Замечание об используемых стандартах. Погрешности геометрии цилиндрических зубчатых колес определяются в соответствии с российскими и международными стандартами. В частности, погрешность профиля и ее составляющие, погрешность линии зуба и ее составляющие, определены в соответствии с ГОСТ ISO 1328-1-2017 (при выполнении ряда требований, например, отсутствия модификации головки зуба, или, например, технологической возможности контроля профиля в установленной стандартом области (зоне) контроля). Погрешность шага, колебание длины общей нормали, колебание толщины по хорде, радиальное биение, колебание и отклонение измерительного межосевого расстояния (последнее только для внешних колёс), отклонение размера по роликам

(только для прямозубых колес) определены в соответствии с ГОСТ 1643-81 и ГОСТ 9178-81 (для мелко модульных цилиндрических зубчатых передач).

Список контролируемых параметров представлен в табл. [3-1](#).

Табл. 3-1

Обозначение	Наименование
Показатели кинематической точности по ГОСТ 1643-81, 9178-81	
F_{pr}	Накопленная погрешность шага зубчатого колеса
F_{rr}	Радиальное биение зубчатого венца
F_{vWr}	Колебание длины общей нормали
F''_i	Колебание измерительного межосевого расстояния за оборот
Показатели плавности работы по ГОСТ 1643-81, 9178-81	
f_{Ptr}	Отклонение шага
f_{vPtr}	Разность шагов
f_{Pbr}	Отклонение шага зацепления
f_{fr}	Погрешность профиля зуба
f''_i	Колебание измерительного межосевого расстояния на зубе
Показатели контакта зубьев по ГОСТ 1643-81, 9178-81	
$F_{\beta r}$	Погрешность направления зуба (рассчитывается с учетом заданной продольной модификации)
Показатели контакта зубьев по ГОСТ 1643-81, 9178-81	
W_{mr}	Средняя длина общей нормали
E_{Wmr}	Отклонение средней длины общей нормали
S_{cm}	Средняя толщина зуба по постоянной хорде
E_{cmr}	Отклонение средней толщины зуба по постоянной хорде
$E_{a''s}$	Верхнее отклонение измерительного межосевого расстояния
$E_{a''i}$	Нижнее отклонение измерительного межосевого расстояния
M_r	Размер по роликам
EM_r	Отклонение размера по роликам
Погрешности по ГОСТ ISO 1328-1-2017	
F_{α}	Полная погрешность профиля
ff_{α}	Погрешность формы профиля
fH_{α}	Погрешность угла профиля
c_{α}	Бочкообразность профиля
f_{α}	Погрешность угла исходного контура
F_{β}	Полная погрешность линии
ff_{β}	Погрешность формы линии
fH_{β}	Погрешность угла линии
c_{β}	Бочкообразность линии
F_{β}	Погрешность угла наклона линии
Дополнительные геометрические параметры	
B_s	Ширина модификации линии зуба
	Отклонение ширины модификации линии зуба
Δs	Глубина модификации линии зуба
	Отклонение глубины модификации линии зуба
d_a	Диаметр вершин зубьев
	Отклонение диаметра вершин зубьев
	Биение цилиндра вершин зубьев (рассчитывается на ширине зубчатого венца)

Соосность усредненной оси относительно базовой оси (рассчитывается на ширине зубчатого венца)
--

3.1.1 Создание цилиндрического эвольвентного колеса

После выбора в окне (см. рис. 2.1.1-1) типа колеса «Цилиндрическое эвольвентное» на экране появится окно задания параметров колеса.

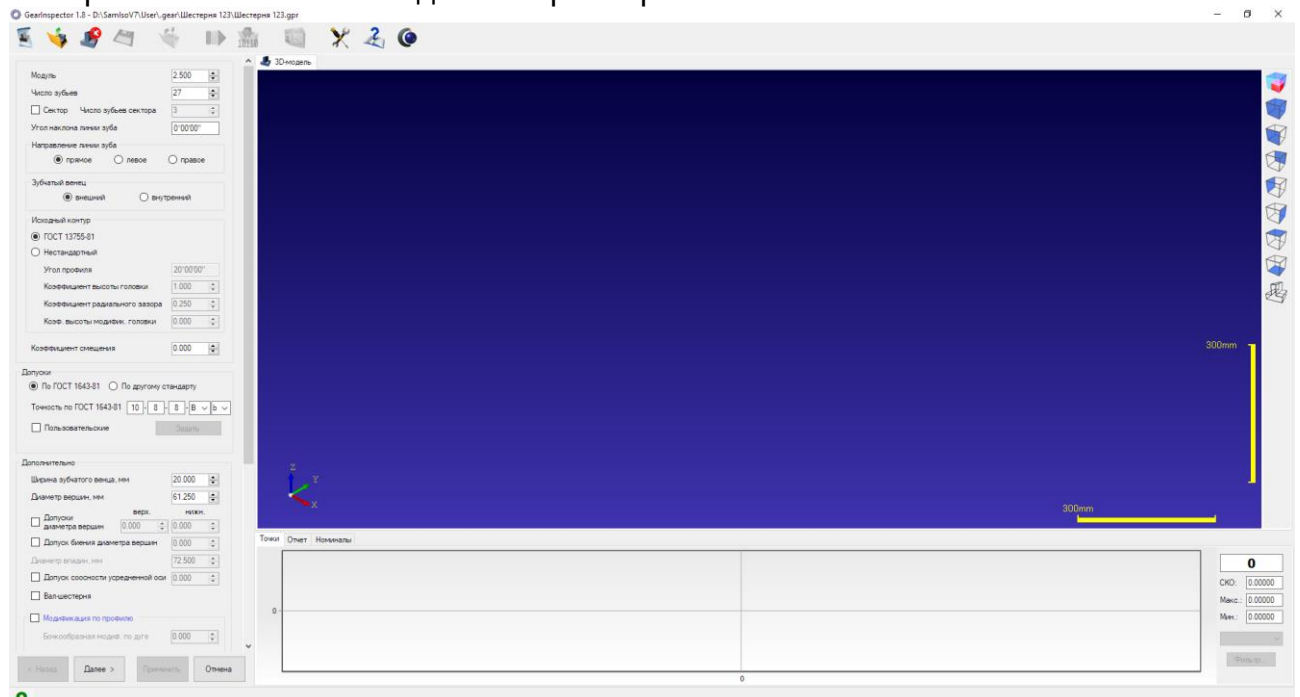


Рис. 3.1.1-1 Окно задания параметров цилиндрического эвольвентного колеса

В окне задания параметров колеса отображены следующие чертежные данные:

- **Модуль** – нормальный модуль m .
- **Число зубьев** – число зубьев зубчатого колеса – z .
- **Сектор** – отмечается галочкой, если зубчатое колесо является сектором, при этом задается **Число зубьев сектора** – число фактических зубьев сектора зубчатого колеса.
- **Угол наклона линии зуба** – угол наклона винтовой линии зуба на развертке делительного цилиндра – β . Можно задать только нулевое (для прямозубого колеса) или положительное значения угла. Попытка ввести отрицательное значение будет интерпретирована как попытка задать левый наклон зуба, введенное значение угла останется положительным.
- **Направление линии зуба** – если задан нулевой наклон линии зуба, то возможен только один вариант выбора – прямозубое колесо, иначе можно выбрать из двух вариантов: левый или правый наклон линии зуба.
- **Зубчатый венец** – может быть выбран из двух вариантов: колесо с внешними зубьями или с внутренними.
- **Исходный контур:**
 - **ГОСТ 13755-81** – параметры исходного контура будут взяты из ГОСТа.
 - **Нестандартный** – параметры исходного контура задаются оператором:
 - **Угол профиля**

- Коэффициент высоты головки
 - Коэффициент радиального зазора
 - Коэф. высоты модифик. головки
 - Коэффициент смещения
 - Допуски
 - По ГОСТ 1643-81 (9587-81 для мелко модульных) – в этом случае (и только в этом) будут использованы стандартные значения допусков из ГОСТ
 - Пользовательские – на основе стандартных значений из ГОСТ
 - По другому стандарту – задается Наименование стандарта
 - Точность по ГОСТ 1643-81 (9587-81 для мелко модульных или по заданному стандарту) – задаются в том порядке, который предписывается ГОСТом (заданным стандартом)
- Для вариантов «Пользовательские» и «По другому стандарту» по нажатию кнопки «Задать» задаются значения допусков:
- Накопленная погрешность шага зубч. колеса
 - Радиальное биение
 - Колебание длины общей нормали
 - Колебание измерит. межосевого расстояния за оборот
 - Наибольшее отклонение шага (лев./прав.)
 - Наибольшая разность шагов (лев./прав.)
 - Наибольшее отклонение шага зацепления (лев./прав.)
 - Средняя погрешность профиля зуба (лев./прав.)
 - Колебание измерит. межосевого расстояния на зубе
 - Средняя погрешность направления зуба (лев./прав.)
 - Отклонение средней длины общей нормали
 - Отклонение средней толщины зуба по пост. хорде
 - Отклонения измерит. межосевого расстояния
 - Отклонение размера по роликам
- Дополнительно:
 - Ширина зубчатого венца
 - Диаметр вершин – обязателен для колеса с внутренними зубьями, для колеса с внешними зубьями используется только в случае измерения цилиндра вершин. По умолчанию и после изменения основных параметров рассчитывается по ГОСТ 16532-70.
 - Допуски диаметра вершин – при включении галочки задаются верхний и нижний допуски.
 - Допуск биения диаметра вершин – при включении галочки задается допуск радиального биения вершин зубьев относительно базового цилиндра (конуса). В случае измерения цилиндра вершин в результатах и в отчете появляется информация о биении вершин. Биение будет рассчитано на нормируемом участке размером, равным ширине зубчатого венца.
 - Диаметр впадин (для колеса с внутренними зубьями). По умолчанию и после изменения основных параметров рассчитывается по ГОСТ 16532-70.
 - Допуски диаметра вершин: верхний и нижний (используются в случае измерения цилиндра вершин).

- **Допуск соосности усредненной оси** (используется в случае задания расчета усредненной оси в параметрах измерения).
- **Вал-шестерня** – признак, определяющий возможное наличие двух соосных базовых цилиндров. Вал-шестерня может измеряться в вертикальном, горизонтальном или любом наклонном положении при наличии на КИМ поворотной щуповой головки Renishaw.
- **Модификация по профилю:**
 - **Бочкообразная модификация по дуге**
- **Продольная модификация:**
 - **Бочкообразная модификация по дуге**
 - **Модификация у торца зуба** – задаются параметры модификации: торец зуба (**верхний** или **нижний**), для каждой из сторон зуба (или для обеих сразу) задаются: **наличие модификации, ширина, глубина, на всей линии зуба или на участке**. Для ширины и глубины задаются **номинал и границы (либо допуски)**.
- **Пользовательское знач. числа зубьев, pz**
 - **Число зубьев в длине общей нормали**
- **Пользовательские измерительные ролики/шарики**
 - **Диаметр измерительного ролика/шарика**
- **Пользовательское измерительное межосевое расстояние** – может быть включено или отключено, если включено, выбирается:
 - **Число зубьев измерительного колеса** – задается оператором.
 - **Коефф. смещения измерительного колеса** – задается оператором.
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коефф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

ГОСТ 6512-74 определяет параметры измерительных колёс только для ограниченного числа модулей для несмещённых колёс. Поэтому если измеряемое колесо не соответствует всем требованиям ГОСТ (например, коэффициент смещения отличен от 0 или колесо косозубое и т.д.) измерительное межосевое расстояние рассчитываться не будет. Если необходимо чтобы оно всё же рассчитывалось, нужно включить данную опцию и указать параметры измерительного колеса.

Задайте параметры колеса и нажмите кнопку **«Далее»**. В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, а в правой части отрисуется модель созданного колеса.

Во вкладке **«Номиналы»** отобразятся номинальные расчетные параметры колеса.

Точки	Отчет	Номиналы
Параметр		Значение
Модуль, m		2.500
Число зубьев, z		27
Номинальная длина общей нормали W, мм		26.7765
Число зубьев в общей нормали, pz		4
Номинальный шаг зацепления P _b , мм		7.3803
Номинальная толщина зуба по постоянной хорде S _c , мм		3.4676
Делительный диаметр, мм		67.5000

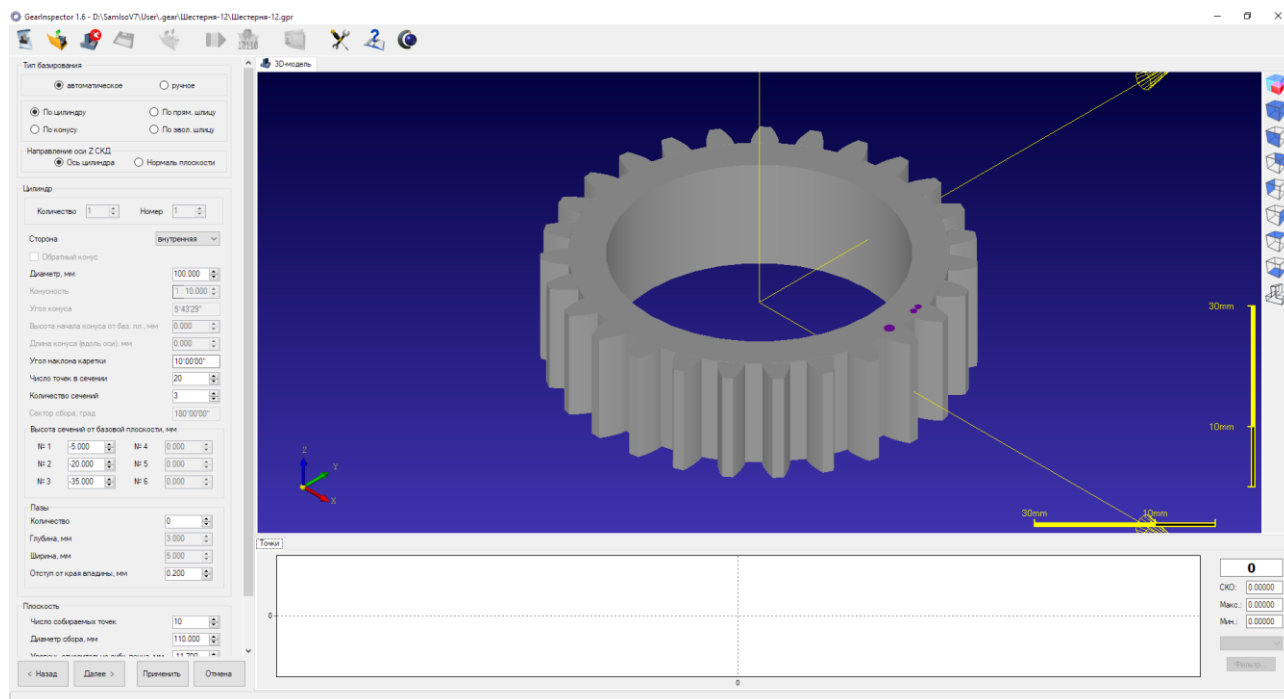


Рис. 3.1.1-2а Окно задания параметров базирования колеса в случае выбора типа базирования по цилиндру

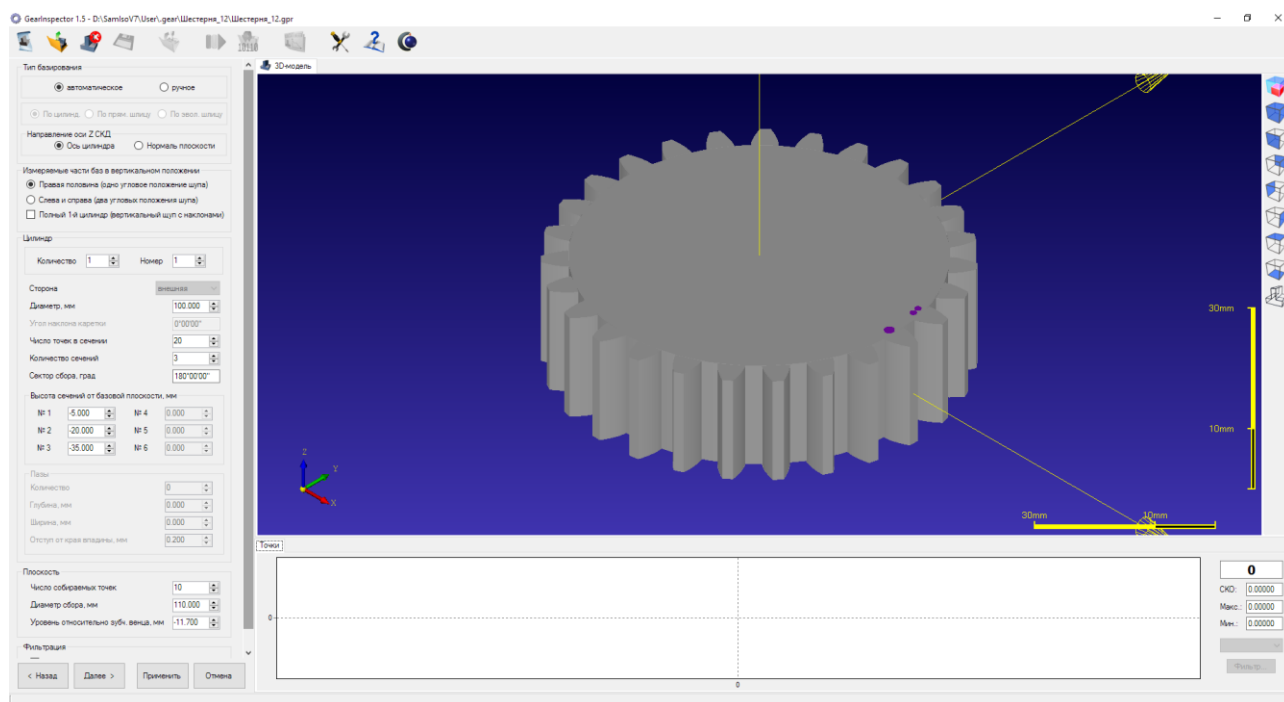


Рис. 3.1.1-2б Окно задания параметров базирования вала-шестерни в случае выбора типа базирования по цилиндру

Окно задания параметров базирования используется для задания параметров процедуры автоматического базирования детали. Если автоматическое базирование не планируется, следует выбрать вариант «Ручное». В этом случае перед запуском измерительной программы необходимо установить систему координат детали вручную при помощи системы Samiso.

Если измеряется детали сборки (см. [п. 4](#)), то для небазовой детали доступен вариант «нет базирования». Рекомендуется использовать этот вариант для деталей с единой базой в целях исключения случайных ошибок и экономии времени измерения.

Если автоматическое базирование будет производить измерительная программа (рекомендуется), то необходимо скорректировать параметры базовых поверхностей. Вначале выбирается *тип базирования*: по цилиндру (2-м цилиндрам – для вал-шестерни), по прямоблочному шлицу, по эвольвентному шлицу или по конусу. Для вал-шестерни реализовано только базирование по цилиндру.

Затем из двух вариантов выбирается *Направление оси Z СКД*: ось базового цилиндра (конуса) или нормаль к базовой плоскости. Указывает программе измерения, какое направление (вектор) принять за направление оси Z системы координат детали. Вариант направления оси Z СКД выбирается исходя из требований чертежа.

Для вал-шестерни, измеряемой в вертикальном положении, указываются **измеряемые части** базовых элементов (цилиндров).

- **Правая половина (одно угловое положение щупа)** – указывает, что будет измеряться правая половина каждого базового цилиндра, для измерения используется угловое положение щупа ($A=90^\circ$, $B=180^\circ$).
- **Слева и справа (два угловых положения щупа)** – указывает, что каждый базовый цилиндр будет измеряться с двух сторон, для измерения используются угловые положения щупа ($A=90^\circ$, $B=180^\circ$) и ($A=90^\circ$, $B=0^\circ$).
- **Полный 1-й цилиндр (вертикальный щуп с наклонами)** – указывает, что 1-й (верхний) базовый цилиндр будет измеряться полностью (сектор = 360°), для измерения используются угловое положение щупа ($A=0^\circ$, $B=0^\circ$) и наклоны каретки.

Затем, в зависимости от выбранного *типа базирования* задаются параметры базовых элементов.

Тип базирования «По цилиндру» (по 2-м цилиндрам)

- **Количество** – указывается только для вал-шестерни, у которой базовых цилиндров может быть 2, переход к параметрам цилиндров осуществляется по переключателю **Номер**.

К параметрам базового цилиндра относятся:

- **Сторона** – указывает, какая поверхность цилиндра будет измерена, внешняя или внутренняя. Для вал-шестерни возможна только внешняя.
- **Диаметр** – диаметр базового цилиндра – D .
- **Угол наклона каретки** – угол наклона измерительного щупа по отношению к оси цилиндра. Указывается для шестерни или для 1-го полного цилиндра вал-шестерни, измеряемой в вертикальном положении. Необходимо в случае, когда существует

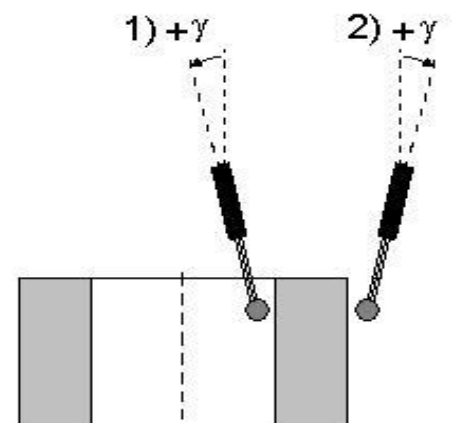


Рис. 3.1.1-3 Угол наклона щупа

вероятность касания ножкой, а не щупом. Для безопасного сбора рекомендуется указывать некоторый угол. На рис. [3.1.1-3](#) показано положительное направление угла наклона щупа:

1) в случае внутреннего цилиндра

2) в случае внешнего цилиндра.

- **Число точек в сечении** – указывает измерительной программе, сколько точек собирать в каждом сечении цилиндра (не меньше 3-х).
- **Количество сечений** – указывает измерительной программе, сколько кольцевых сечений будет измерено для корректного определения цилиндра (от 2-х до 6-и в случае установки оси Z СКД вдоль оси цилиндра или от 1-го до 6-и в случае установки оси Z СКД вдоль нормали к плоскости). На рис. [3.1.1-5](#) показано возможное расположение сечений **S1**, **S2**, **S3**. Здесь **A** – базовый цилиндр, **B** – базовая плоскость, **H** – высота базовой плоскости относительно зубчатого венца (**Уровень относительно зубчатого венца**). **ВНИМАНИЕ!** В данном случае параметры *Высота сечения от базовой плоскости* для **S1**, **S2**, **S3** будут отрицательными, т.к. сечения «ниже» базовой плоскости.
- **Сектор сбора, град** – задается для вал-шестерни, измеряемой в вертикальном положении, для 2-го цилиндра и для 1-го неполного цилиндра. В случае задания измерения базовых элементов с двух сторон каждая сторона цилиндра будет измерена в заданном секторе.
- **Высота сечений от базовой плоскости** – см. рис. [3.1.1-5](#) и п. **Количество сечений** этого параграфа.
- **Количество пазов** – число шлицевых пазов (не более 2-х). **ВНИМАНИЕ!** В процедуре автоматического базирования не допускается измерение внешних цилиндров с пазами. Паз может быть либо только один (расположен справа от центра), либо два (расположены друг напротив друга). Форма пазов не должна существенно отличаться от показанной на рис. [3.1.1-4](#).
- **Глубина паза** – h (см. рис. [3.1.1-4](#)).
- **Ширина паза** – σ (см. рис. [3.1.1-4](#)).
- **Отступ от края впадины** – отступ на цилиндрической поверхности от боковых поверхностей паза.

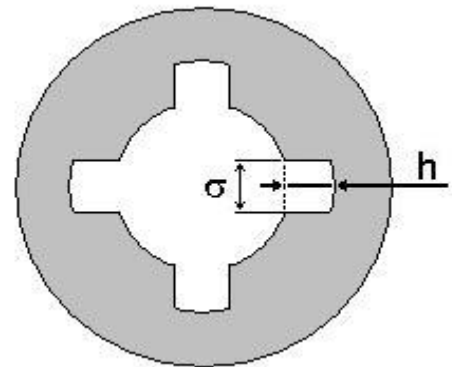


Рис. 3.1.1-4 Базовый цилиндр со шлицевыми пазами

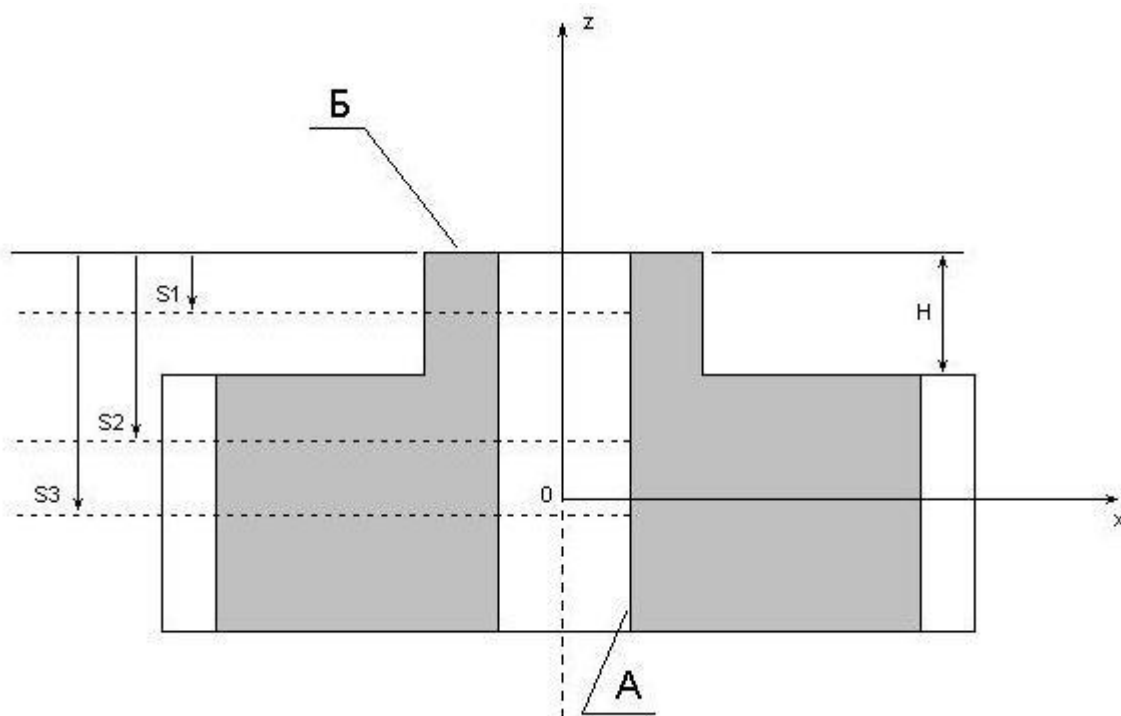


Рис. 3.1.1-5 Расположение сечений базового цилиндра

Тип базирования «По прямоугольному шлицу»

Вначале выбирается **тип центрирования**: по вершинам или по впадинам. Затем задаются параметры шлицевого соединения и параметры сбора точек.

- **Тип шлицевого соединения** – внешнее (вал) или внутреннее (втулка).
- **Число шлицов**
- **Диаметр вершин**
- **Диаметр впадин**
- **Ширина шлица**
- **Угол наклона каретки** – аналогично типу базирования «По цилиндру».
- **Число точек съема с вершины (впадины)**
- **Количество сечений** – от 2-х до 6-и в случае установки оси Z СКД вдоль оси цилиндра или от 1-го до 6-и в случае установки оси Z СКД вдоль нормали к плоскости.
- **Высота сечений от базовой плоскости** – аналогично типу базирования «По цилиндру».
- **Отступ слева**
- **Отступ справа** – это отступы от боковых поверхностей шлица.
- **Измерять каждый шлиц сразу во всех сечениях** – если поставить галочку, то программа при измерении будет собирать точки сначала со шлица №1 во всех заданных сечениях, затем со шлица №2 во всех заданных сечениях, и т.д. В противном случае (нет галочки) программа сначала соберет точки в 1-м сечении со всех шлицов, затем во 2-м сечении, и т.д.

Тип центрирования	
<input type="radio"/> По бокам	<input checked="" type="radio"/> По вершинам
<input type="radio"/> По впадинам	
Прямоугольный шлиц	
Тип шлицевого соединения	
<input type="radio"/> Внешнее (вал)	<input checked="" type="radio"/> Внутреннее (втулка)
Число шлицов	8
Диаметр вершин, мм	52.000
Диаметр впадин, мм	60.000
Ширина шлица, мм	10.000
Угол наклона каретки, град	10.000
Число точек съема с вершины	1
Количество сечений	2
Высота сечений от базовой плоскости, мм	
№ 1	-5.000
№ 2	-20.000
№ 3	-35.000
№ 4	0.000
№ 5	0.000
№ 6	0.000
Отступ слева	0.200
Отступ справа	0.200
<input type="checkbox"/> Измерять каждый шлиц сразу во всех сечениях	

Тип базирования «По эвольвентному шлицу»

Вначале выбирается тип центрирования: по бокам, по вершинам, по впадинам. Затем задаются параметры шлицевого соединения и параметры сбора точек.

- **Тип шлицевого соединения** – внешнее (вал) или внутреннее (втулка).
- **Число шлицов**
- **Модуль**
- **Способ задания смещения** – диаметром соединения или коэффициентом смещения.
- **Диаметр соединения**
- **Коэффициент смещения**
- **Угол профиля**
- **Диаметры вершин и впадин** – заданы по ГОСТ 6033-80 или нестандартные (заданы явно).
- **Диаметр вершин**
- **Диаметр впадин**
- **Угол наклона каретки** – аналогично типу базирования «По цилиндру».
- **Число точек съема с профиля (вершины, впадины)** – зависит от типа центрирования.
- **Количество сечений** – от 2-х до 6-и в случае установки оси Z СКД вдоль оси цилиндра или от 1-го до 6-и в случае установки оси Z СКД вдоль нормали к плоскости.
- **Высота сечений от базовой плоскости** – аналогично типу базирования «По цилиндру».
- **Отступ от вершины (слева)**
- **Отступ впадины (справа)** – эти отступы зависят от типа центрирования. Для типа центрирования «По бокам» это отступы на боковых поверхностях шлица от цилиндров вершин и впадин. Для типов центрирования «По вершинам» и «По впадинам» это отступы на цилиндре вершин (соответственно на цилиндре впадин) от боковых поверхностей шлица (от края).
- **Измерять каждый шлиц сразу во всех сечениях** – аналогично случаю типа базирования «По прямоугольному шлицу».

Тип базирования «По конусу»

Возможно использование конуса вместо цилиндра в качестве базового элемента для построения оси Z СКД.

Параметры базового конуса почти совпадают с параметрами цилиндра. Имеются следующие отличия.

- **Обратный конус** – указывает, что большое основание конуса находится снизу, а не сверху.
- **Диаметр большого основания конуса** – диаметр большого (верхнего или нижнего) основания конуса.

- **Конусность** – задается по ГОСТ 8593-81 после символов «1:», например: 1:10.
- **Угол конуса** – используется для справки после задания конусности, или для задания больших значений конусности по ГОСТ 8593-81. При изменении угла конуса конусность будет автоматически пересчитана.
- **Высота начала конуса от базовой (нижней) плоскости** – определяет, на каком расстоянии от базовой (или нижней для обратного конуса) плоскости находится большое основание конуса. Задается со знаком, определяющим, выше или ниже плоскости расположено основание конуса.
- **Длина конуса (вдоль оси)** – расстояние между основаниями конуса, задается только для обратного конуса.

Плоскость

ВНИМАНИЕ! Измерение базовой плоскости происходит по окружности с заданным диаметром. Следовательно диаметр следует подбирать таким образом, что бы на пути щупа не находились препятствия (причем как выступы, так и впадины). Схематично процесс измерения базовой плоскости выглядит так, как показано на рис. [3.1.1-6](#).

К параметрам базовой плоскости относятся:

- **Число собираемых точек** – число точек необходимых для точного определения положения базовой плоскости. Точки равномерно распределяются по окружности с заданным диаметром.
- **Диаметр сбора** – диаметр окружности, по которой будут распределены точки для измерения базовой плоскости.
- **Уровень относительно зубчатого венца** – определяет, на каком расстоянии от верхнего торца зубчатого венца находится плоскость. Задается со знаком, определяющим, выше или ниже верхнего торца зубчатого венца расположена плоскость.
- **Сектор сбора** – задает сектор дуги окружности, по которой будут распределены точки для измерения базовой плоскости. Задается от 30° до 360°.
- **Угол наклона каретки, град** – задается со знаком аналогично углу наклона в параметрах базового цилиндра. Используется в случае, если в центре плоскости имеется цилиндр, расположенный выше плоскости и не дающий щупу без наклонов измерить базовую плоскость.

Плоскость	
Число собираемых точек	10
Диаметр сбора, мм	10.000
Уровень относительно зубч. венца, мм	0.000
Сектор сбора, град	360° 00'00"
Угол наклона каретки, град	0° 00'00"

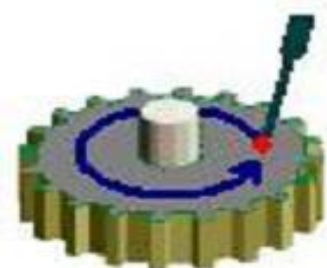


Рис. 3.1.1-6
Измерение базовой плоскости

Дополнительно

- **Фильтрация** – определяет, будет ли после измерения базовой плоскости и базового цилиндра (или шлица) выдаваться запрос о фильтрации измеренных точек.

Фильтрация	
<input type="checkbox"/>	Выдавать запрос на фильтрацию точек

Задайте параметры базировки и нажмите кнопку «Далее». На экране появится окно задания параметров КИМ.

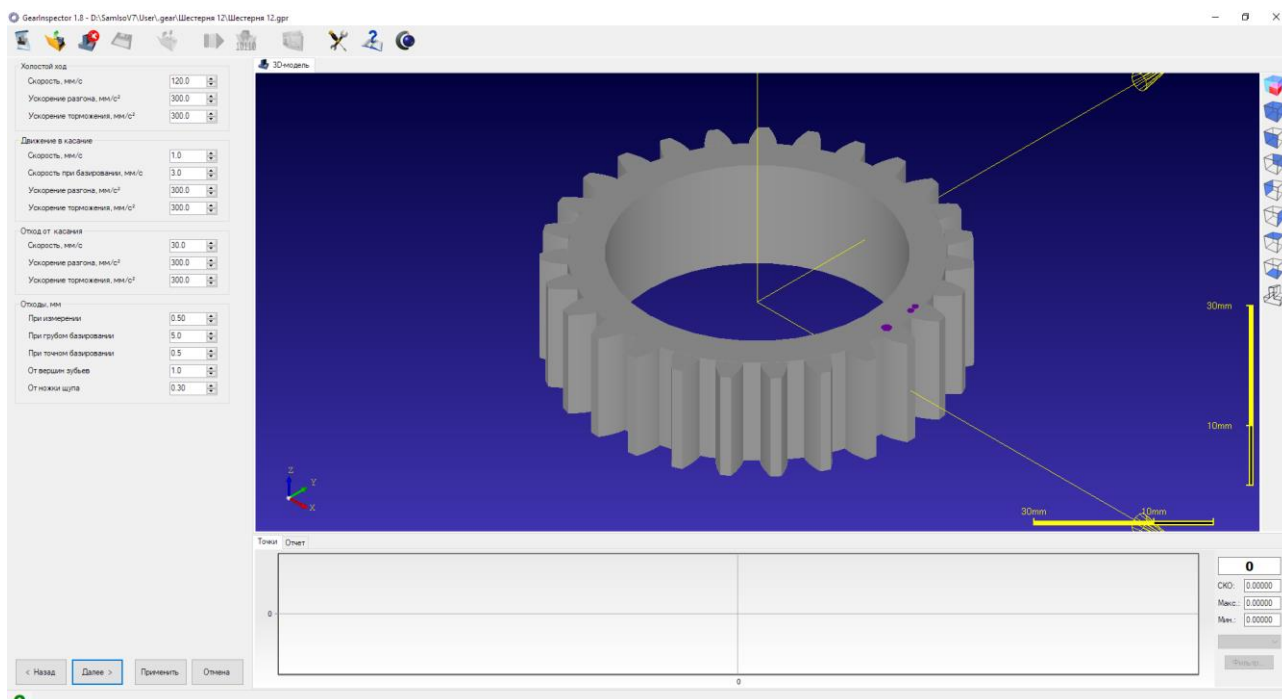


Рис. 3.1.1-7 Окно задания параметров КИМ

ВНИМАНИЕ! Без крайней необходимости не рекомендуется редактировать параметры КИМ. Такая необходимость может возникнуть, например, в случае, если измерение не может быть осуществлено с указанными настройками.

Ниже приведено краткое описание параметров КИМ.

- **Параметры холостого хода**
 - Скорость
 - Ускорение разгона
 - Ускорение торможения
- **Параметры движения в касание**
 - Скорость
 - Скорость при базировании
 - Ускорение разгона
 - Ускорение торможения
- **Параметры отхода от касания**
 - Скорость
 - Ускорение разгона
 - Ускорение торможения
- **Величины отходов**
 - При измерении
 - При грубом базировании
 - При точном базировании (см. описание работы DMIS-программы)
 - От вершин зубьев
 - От ножки щупа (используется для проверки возможности измерения косозубой шестерни)
- **Параметры сканирования** (доступны для редактирования только при включенном методе измерения «сканирование», см. описание окна задания параметров измерения колеса, задаются отдельно для профиля, линии, базовых цилиндров (шлица) и плоскости)

- **Обратная связь** – этот переключатель доступен только для профиля и линии, базовые поверхности измеряются всегда без обратной связи. Если установлена галочка, сканирование будет производиться с обратной связью, иначе без обратной связи. Рекомендуется использовать обратную связь только для деталей, обработанных по низкому классу точности или в случае, когда сканирование без обратной связи не проходит (не собираются точки или возникает ошибка «авария щупа»).
- **Скорость** – определяет, с какой скоростью перемещения щупа будет производиться сбор точек в сканирующем режиме. Рекомендуется задавать в диапазоне 5-15 мм/с. **ВНИМАНИЕ!** Максимальная разрешенная скорость сканирования 30 мм/с.
- **Шаг** – определяет, с какой частотой будут собираться точки при сканировании (т.е. через какое минимальное расстояние между соседними точками). Для профилей и линий зуба рекомендуется значение шага 0.1 мм. Для базовых поверхностей: 1 мм.
- **Заглубление** – определяет, на какую величину щуп будет заглублен в деталь при сканировании. Рекомендуется задавать в диапазоне 0.3-0.5 мм. **ВНИМАНИЕ!** Максимальная разрешенная величина заглубления 0.9 мм.
- **Двойной проход** – если установлена галочка, сканирование профиля (или линии) будет осуществляться сначала с величиной **Заглубления**, описанной выше, затем с величиной **Заглубления 2**. Двойной проход применим только для сканирования профиля и линии без обратной связи. Рекомендуется производить, если сканирование не проходит на величине **Заглубления** (не собираются точки).
- **Заглубление 2** – величина заглубления, с которой осуществляется описанный выше **Двойной проход**

ВНИМАНИЕ! Разрешены (+) только следующие варианты режима сканирования.

Тип детали	Без обратной связи		С обратной связью (по отдельным зубьям)
	Один проход	Двойной проход (по отдельным зубьям)	
Прямозубая шестерня	+	+	+
	(для профиля непрерывное, если без наклона каретки)		
Косозубая шестерня	+	+	запрещено
	(по отдельным зубьям)		
Прямозубая вал-шестерня	+	+	+
	(для профиля непрерывное, если без наклона каретки)		
Косозубая вал-шестерня	+	+	запрещено
	(по отдельным зубьям)		

ВНИМАНИЕ! Сканирование профиля косозубых шестерен и (или) с использованием наклона каретки снижает точность измерения пропорционально углу наклона линии зуба (наклона каретки). В этих же случаях использование непрерывного сканирования без обратной связи еще более ухудшает точность измерения. Поэтому режим сканирования профиля зуба без потери точности возможно применять только для прямозубых шестерен, причем без наклона каретки. При сканировании

прямоугольных шестерен, если не удастся обойтись без наклона каретки, чтобы еще более не ухудшать точность, рекомендуется применять либо сканирование с обратной связью, либо сканирование без обратной связи с двойным проходом.

Сканирование линии зуба не имеет ограничений кроме указанных в приведенной выше таблице.

Если при одинарном сканировании без обратной связи точки собираются не со всей заданной поверхности детали, то рекомендуется использовать *двойной проход*. При этом величину *заглубления 2* можно задать равной величине *заглубления*.

Если при одинарном сканировании без обратной связи происходит останов по аварии шупа, то рекомендуется использовать сканирование с *обратной связью*, либо уменьшить величину *заглубления* и применить *двойной проход*.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее». На экране появится окно задания параметров измерения колеса.

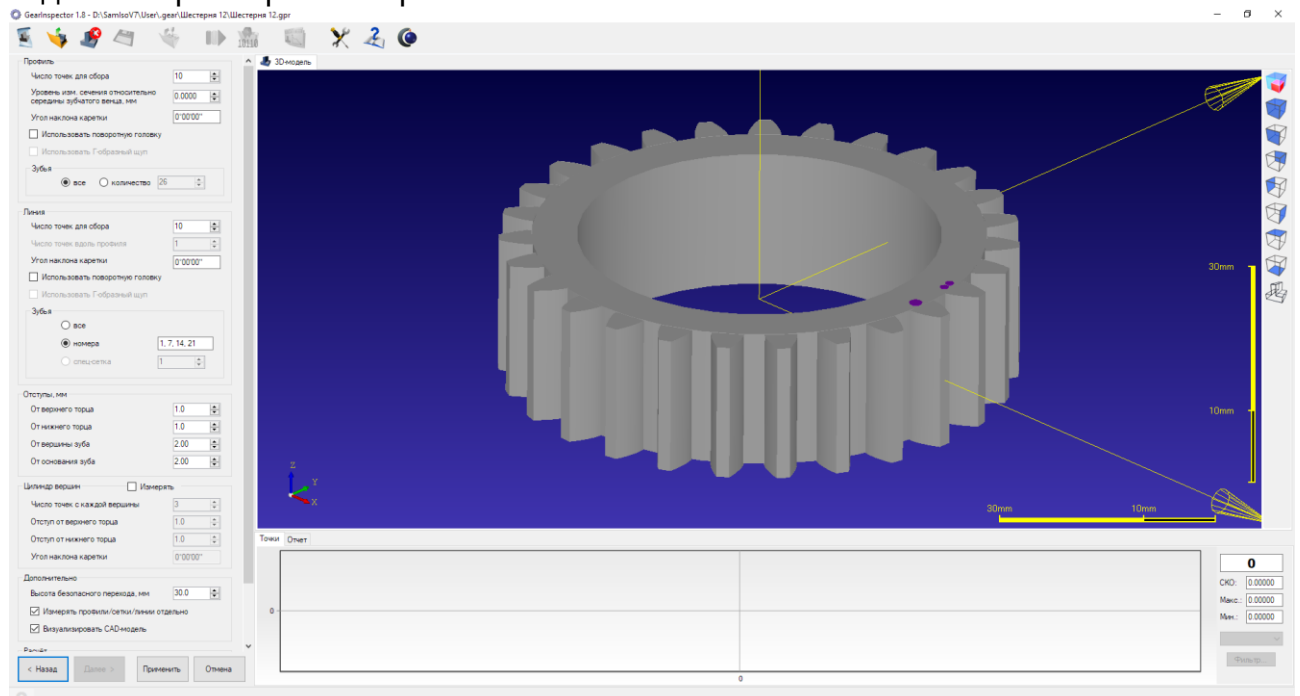


Рис. 3.1.1-8 Окно задания параметров измерения колеса

Ниже приведено краткое описание параметров измерения колеса.

- **Профиль**

- **Число точек для сбора** – указывает, сколько точек будет собрано с профиля (см. рис. [3.1.1-9](#)). Включая граничные точки.
- **Уровень сечения относительно середины зубчатого венца** – назначает высоту торцевого сечения, в котором будет производиться измерение шага и профиля. Нулевой считается z-координата центрального торцевого сечения в СКД. По умолчанию задается центральное торцевое сечение (посередине зубчатого венца колеса)

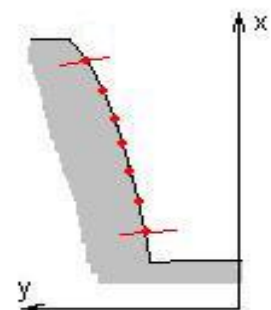


Рис. 3.1.1-9
Расположение точек

- **Угол наклона каретки** – определяет, под каким углом будет наклоняться каретка по отношению к оси Z СКД в плоскости XOZ СКД (угол δ на рис. 3.1.1-10) при измерении профиля зуба. Необходимо для безопасного сбора точек, если существует вероятность касания поверхности ножкой щупа.
- **Использовать поворотную головку** – указывает, измерять профиль с одним единственным положением щуповой головки, или с угловыми положениями ($A=90^\circ$, $B=\dots$), где B – все необходимые для измерения профиля углы. Использование поворотной головки допускается только для внешнего зубчатого венца при установленных в системе «Samiso» текущем датчике Renishaw и текущей щуповой головке PH10M. Не используется для вал-шестерни. Рекомендуется использовать поворотную головку только для косозубых шестерен с углом наклона линии зуба больше 25° .
- **Использовать Г-образный щуп** – активно при включенной галочке «Использовать поворотную головку», указывает, что вместо прямого щупа будет использован Г-образный, откалиброванный в угловых положениях $A=0^\circ$, $B=\dots$.
- **Зубья** – указывается, будут измерены все зубья шестерни или заданное количество, в последнем случае будут измерены зубья с 1-го по номер, равный заданному количеству.
- **Линия зуба**
 - **Число точек для сбора** или **Число точек со всей линии** – по аналогии с профилем. Для модифицированной на участке у торца линии задается общее число точек с линии зуба.
 - **Число точек с участков модификации** – задается для участка модифицированной у торца линии зуба. Не может превышать значения «число точек со всей линии – 3».
 - **Угол наклона каретки** – по аналогии с профилем
 - **Использовать поворотную головку** – по аналогии с профилем
 - **Использовать Г-образный щуп** – по аналогии с профилем
 - **Зубья** – указывает, какие зубья будут измерены для контроля линии зуба. Можно измерить все зубья или указать через запятую номера зубьев, которые требуется проконтролировать.
- **Отступы**
 - **От верхнего торца** – отступ по ширине зубчатого венца от его верхнего торца при измерении линии зуба
 - **От нижнего торца** – отступ по ширине зубчатого венца от его нижнего торца при измерении линии зуба. Отступы от верхнего и нижнего торца определяют участок линии зуба, с которого будут собраны точки.
 - **От вершины зуба** – отступ по радиусу от вершины зуба (от радиуса вершин) при измерении профиля
 - **От основания зуба** – отступ по радиусу от основания зуба (от радиуса основной окружности) при измерении профиля. Отступы от вершины и от основания зуба определяют участок линии зуба, с которого будут собраны точки
- **Цилиндр вершин**

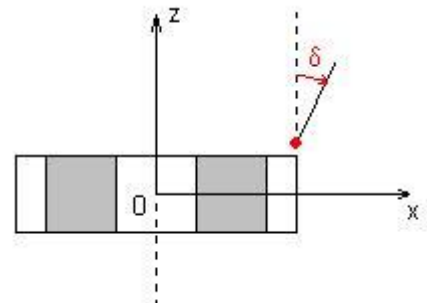


Рис. 3.1.1-10 Угол наклона каретки

- **Измерять** – задает необходимость измерения цилиндра вершин. При включении галочки в измерительной программе появляется пункт «Измерить вершины зубьев», после измерения в результатах измерения и в отчете появляется информация о диаметре вершин
- **Число точек с каждой вершины** – задается число точек на вершине каждого зуба. Точки будут равномерно распределены по ширине зубчатого венца с учетом отступов от торцов.
- **Отступ от верхнего торца** – отступ по ширине зубчатого венца от его верхнего торца при измерении цилиндра вершин.
- **Отступ от нижнего торца** – отступ по ширине зубчатого венца от его нижнего торца при измерении цилиндра вершин. Отступы от верхнего и нижнего торца определяют участок цилиндра вершин, с которого будут собраны точки.
- **Угол наклона каретки** – по аналогии с профилем
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода** – высота, на которой происходят все перемещения над зубчатым колесом в процессе перехода от одного измерения к другому (высота λ на рис. 3.1.1-11). Устанавливается заведомо больше чем высота любого препятствия над уровнем базовой плоскости
 - **Положение вал-шестерни** – задается только при контроле вал-шестерни. Вал-шестерня может быть измерена в **горизонтальном**, либо **вертикальном** положении, либо под заданным **углом наклона** по отношению к плоскости XY СКМ и **углом разворота** детали в этой плоскости. Угол разворота отсчитывается от оси X СКМ против часовой стрелки, если смотреть на деталь сверху. Если в горизонтальном положении нижняя часть зубчатого венца вал-шестерни недоступна для измерения, нужно поставить галочку **Верхняя часть**. В этом случае будет измерена верхняя половина зубчатого венца. Для контроля линии зуба в этом случае рекомендуется задать номера зубьев, расположенных в верхней половине зубчатого венца. Номера зубьев, расположенных в нижней половине зубчатого венца, будут проигнорированы. Галочка **Верхняя часть** доступна только для выбранного **горизонтального** положения вал-шестерни. При включенной галочке «Использовать поворотную головку» для профиля или линии можно выбрать только **вертикальное** положение вал-шестерни.
 - **Измерять профили/сетки/линии отдельно** – определяет, будет ли измерительная программа запрашивать оператора об отдельном измерении профиля или линии (галочка установлена), или профиль и линия после базирования будут измерены без запросов.
 - **Визуализировать CAD-модель** – определяет, будет ли в процессе работы измерительной программы визуализироваться CAD-модель колеса в системе Samiso.
- **Расчёт**
 - **Рассчитать усредненную ось зубчатого венца** – задает расчёт оси зубчатого венца из условия минимума суммы квадратов отклонений измеренных с профиля и линии точек от CAD-модели колеса.
 - **Рассчитать параметры относительно усредненной оси** – используется в случае задания расчёта усредненной оси. Задает расчёт контролируемых

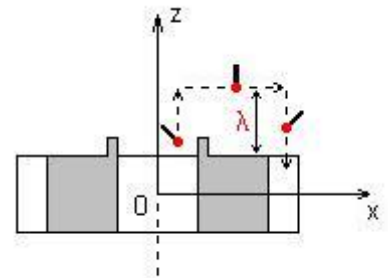


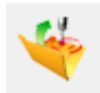
Рис. 3.1.1-11
Высота безопасного перехода

параметров колеса относительно рассчитанной оси. Если галочка снята, то параметры будут рассчитаны относительно базовой оси.

- **Автоматическая фильтрация точек** – определяет, будет ли производиться автоматическая фильтрация точек при загрузке измеренных точек. Фильтрация осуществляется отдельно для всех профилей, отдельно для всех линий. Сначала фильтруются точки с отклонениями, превосходящими $5 \cdot \text{Sigma}$, затем точки с отклонениями, превосходящими $3 \cdot \text{Sigma}$ (столько раз, сколько возможно).
- **Отступ от торца для расчета направления линии зуба** – в случае задания продольной модификации участка линии зуба определяет величину отступа от торца для начала немодифицированного участка линии. Погрешность направления линии зуба будет в этом случае рассчитана только на немодифицированном участке линии.
- **Метод измерения** – отображается на экране только в том случае, если на КИМ установлен сканирующий датчик.
 - **Точечный** – каждая точка будет измеряться с подходом щупа к поверхности детали, касанием поверхности отхода от нее.
 - **Сканирование** – измерение базовых поверхностей, профилей и линий зуба, будут происходить в режиме сканирования. Этот режим возможен только в случае, когда на КИМ установлен текущим сканирующий датчик и сканирующий щуп, в противном случае измерения будут происходить в **точечном** режиме. Этот режим недопустим, если при измерении профиля или линии зуба используется поворотная головка.

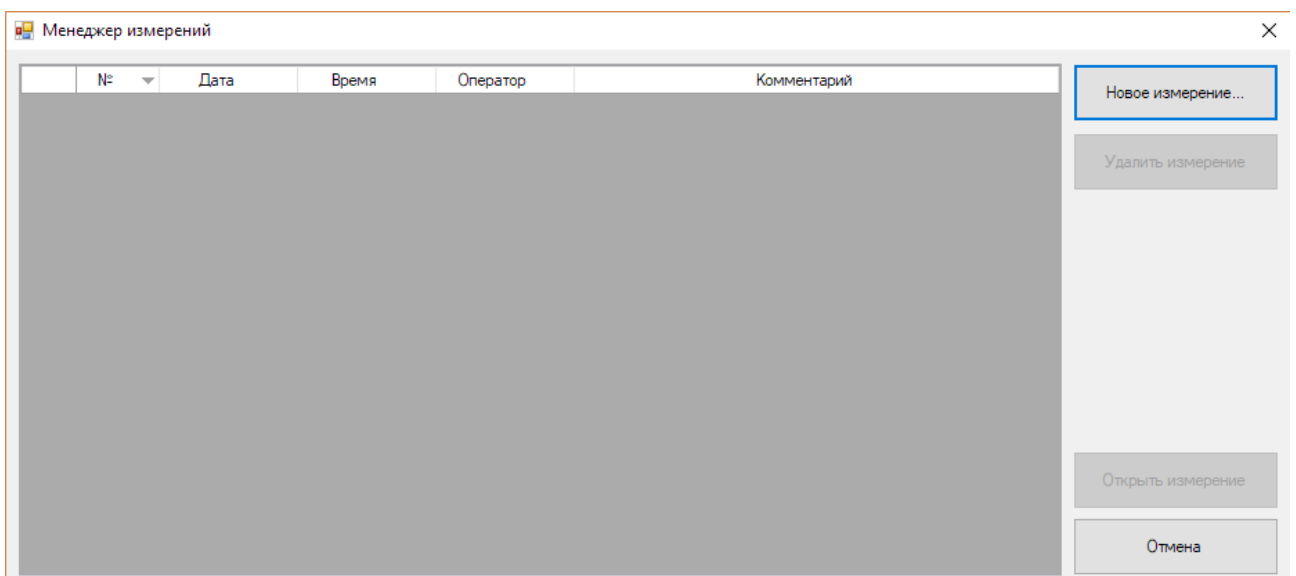
Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Для запуска измерения необходимо вначале в системе «Samiso» выбрать и установить текущим необходимый для измерения щуп, затем перейти в



GearInspector и нажать кнопку .

Появится окно:



Нажимаем «Новое измерение».

Сначала произойдет проверка возможности измерения детали текущим щупом с профиля и линии зуба в случае, если шестерня – косозубая, и измерения будут проводиться без использования поворотной головки.

Если угол наклона линии зуба не превышает 25° , то программа просто проверит, возможно ли собрать точки с профиля и линии в одном (вертикальном) угловом положении щуповой головки, наклоняя каретку на заданный угол. При этом в каждой измеряемой точке (в касании и при отходе на величину отхода при измерении) рассчитывается расстояние от ножки щупа до левой и правой сторон 1-го, 2-го и последнего зубьев. Если это расстояние в какой-либо точке получится меньше заданной величины отступа от основания зуба, то измерить профиль (линию) текущим щупом с заданными параметрами невозможно, программа выдаст соответствующее сообщение.

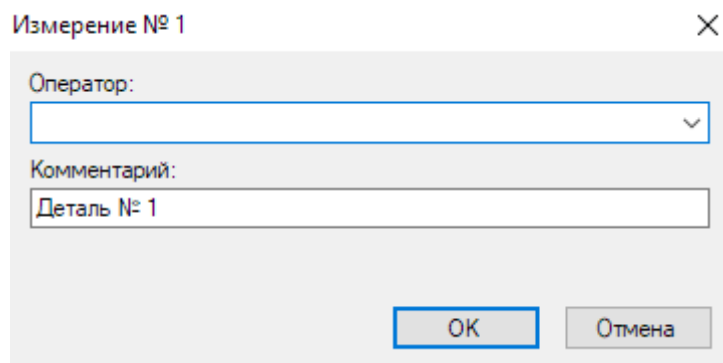
Если такая ситуация случилась, то необходимо скорректировать параметры измерения следующим образом:

- увеличить угол наклона каретки,
- увеличить величину отступа от основания зуба,
- уменьшить величину отступа от ножки щупа (см. «Параметры КИМ»).

Если угол наклона линии зуба превышает 25° , то программа выполнит такую же проверку и рассчитает минимально допустимый уровень сечения сбора с профиля. Если сбор с заданными параметрами с профиля возможен, но в другом сечении зубчатого венца, программа выдаст на экран минимально допустимый уровень сечения сбора с профиля относительно середины зубчатого венца. Необходимо задать уровень больше предложенного, но не более половины ширины зубчатого венца.

Если корректировка параметров ничего не дает, то следует включить галочку «Использовать поворотную головку», или же использовать другой щуп.

В случае успешной проверки возможности измерения на экране появится окно для ввода параметров нового измерения.



Измерение № 1

Оператор:

Комментарий:

Деталь № 1

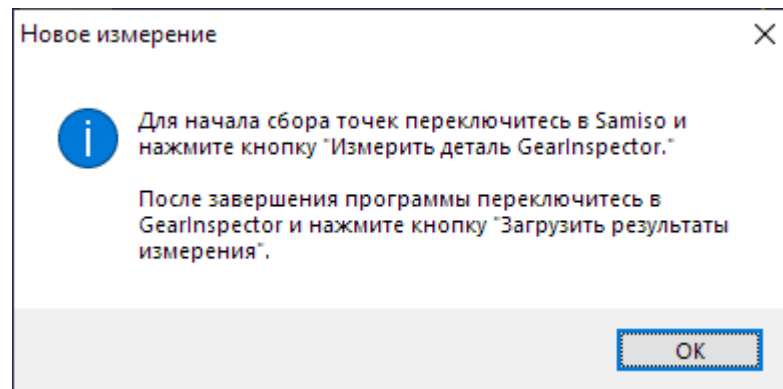
OK Отмена

Рис. 3.1.1-12 Окно задания параметров нового измерения

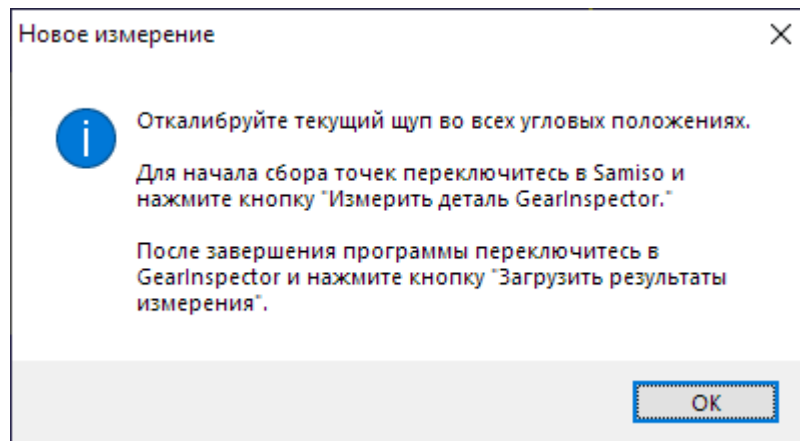
Введите или выберите из списка, если нужно, имя оператора, производящего измерение детали и комментарий. Эти данные по окончании измерения попадут в отчет.

Для продолжения работы нажмите кнопку «ОК».

Произойдет подготовка данных для измерительной программы, затем на экране появится окно:



Или (в случае использования поворотной головки для измерения профиля и/или линии) окно:



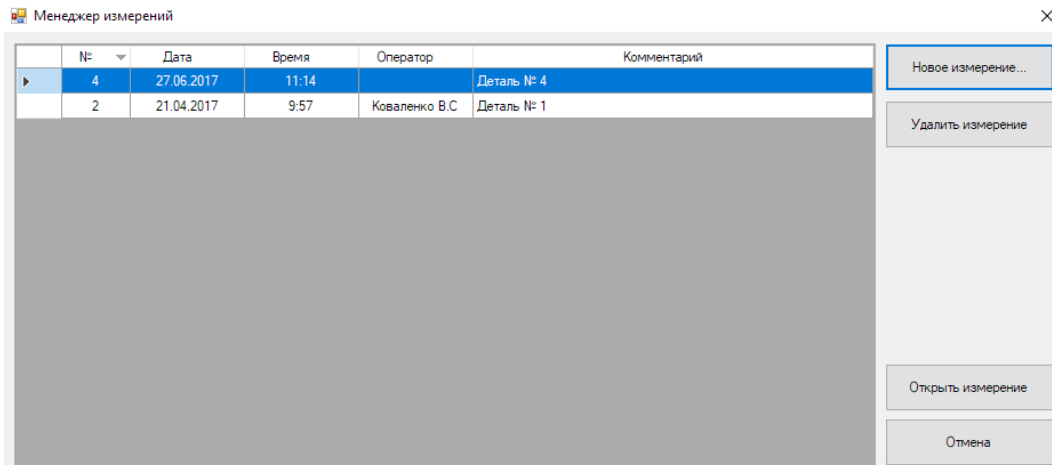
Перейдите в Samiso и откалибруйте, если того требует программа, текущий щуп во всех созданных программой угловых положениях.

В случае использования Г-образного щупа угловые положения автоматически не создаются, их нужно создать вручную в редакторе щупов. Для измерения полной шестерни (не сектора) необходимо создать 8 угловых положений: (0,0), (0,45), (0,90), (0,135), (0,180), (0,-135), (0,-90), (0,-45).

Затем запустите измерительную программу (см. п. [3.1.2](#)).

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

Если измерение производится не в первый раз, то в «Менеджере измерений» таблица не будет иметь пустой вид:



Мы можем начать новое, отменить, а также открыть, либо удалить измерение из списка. Измерение нельзя удалить, если оно является активным (подсвечивается зеленым цветом), т.е. открыто в данный момент, для этого нужно выбрать другое измерение и открыть его, после чего удалить нужное измерение.

3.1.2 Измерение цилиндрического эвольвентного колеса

ВНИМАНИЕ! Все параметры колеса, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Зубчатое колесо устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Торцевое сечение зубчатого венца должно быть параллельно плоскости XY системы координат машины (СКМ), т.е. рабочему столу. Строго соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. Если на базовом цилиндре колеса есть шлицевые пазы, то один из пазов следует ориентировать следующим образом: ось OX СКМ проходит (приблизительно) через центр паза.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z совпадает с осью вращения зубчатого колеса (ЗК). Плоскость XY совпадает с плоскостью торцевого сечения ЗК, проходящей посередине зубчатого венца. Ось X проходит через центр некоторой, заранее выбранной впадины (приблизительно в направлении оси X СКМ).

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки запускается сразу после запуска DMIS-программы, если в GearInspector был установлен флаг «Автоматическое». DMIS-программа попросит пользователя выбрать один из двух вариантов базирования. В одном случае (1 на рис. [3.1.2-1](#)), базировка запускается, когда щуп находится над центром базового отверстия (в 1-2 мм по высоте над базовой плоскостью). В другом (2 на рис. [3.1.2-1](#)) – над базовой плоскостью, в направлении оси ОХ СКМ, проведенной через центр базового отверстия, примерно на диаметре сбора с базовой плоскости (см. рис. [3.1.2-1](#), R – радиус сбора с базовой плоскости).

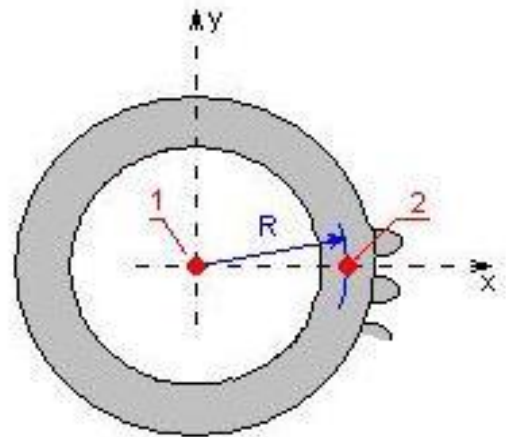


Рис. 3.1.2-1 Начальная установка щупа при базировании

В случае использования Г-образного щупа базирование производится любым подходящим прямым щупом, на экран будет выведено соответствующее предупреждение.

Процесс базирования проходит в несколько этапов:

- «Грубая» базировка по плоскости – собирается несколько точек с базовой плоскости для приблизительного определения ее местоположения в пространстве
- «Грубая» базировка по цилиндру (конусу) – собирается несколько точек с базового цилиндра (конуса) для приблизительного определения его (оси) местоположения в пространстве
***Замечание.** «Грубая» базировка проходит с увеличенными отходами (задаются в Параметрах измерения)*
- Точная базировка по плоскости – измеряется базовая плоскость по окружности с заданным диаметром, заданное количество точек собираются равномерно по всей окружности. СКД строится таким образом, чтобы направление оси OZ СКД совпадало с нормалью к базовой плоскости. Начало СКД проецируется на плоскость.
- Точная базировка по цилиндру (конусу) – измеряется базовый цилиндр (конус) в заданных сечениях. Каждое сечение сбора – это полная окружность, на которой равномерно собирается заданное число точек в сечении. В случае, если в параметрах базирования **Направление оси Z СКД** задано по цилиндру (конусу), СКД строится таким образом, чтобы направление оси OZ СКД совпадало с осью базового цилиндра (конуса). Начало СКД рассчитывается как точка пересечения базовой плоскости и оси базового цилиндра (конуса).
- Автоматический перенос начала оси СКД вдоль оси OZ СКД на уровень середины зубчатого венца, т.е. вниз от базовой плоскости на сумму расстояний «Половина **ширины зубчатого венца** и **уровня относительно зубчатого венца** (с учетом знака) для базовой плоскости (см. п. [3.1.1](#) – **Параметры колеса и Параметры базирования**).
- Базирование по азимуту – установка оси ОХ СКД.

При базировании по азимуту программа автоматически выведет щуп справа от детали напротив 1-й впадины (между первым и последним зубьями, через которую, предположительно проходит ось ОХ СКМ в положительном направлении), а по высоте на уровень сбора точек с профиля относительно середины зубчатого венца (см. рис. [3.1.2-1](#) и [3.1.2-2](#)). Затем программа попросит оператора завести щуп внутрь 1-й впадины. Причем желательно, чтобы центр щупа лежал на линии, проходящей через центр впадины. Высоту щупа по Z менять нежелательно. Оператор может наклонить каретку, чтобы ножка щупа не касалась сторон впадины. После выхода из режима пульта программа произведет касания сторон впадины и по полученным точкам построит ось ОХ СКД таким образом, чтобы она прошла через начало СКД, находящегося в середине зубчатого венца и середину 1-го зуба.

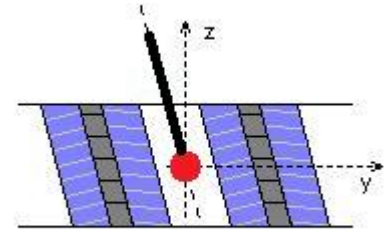
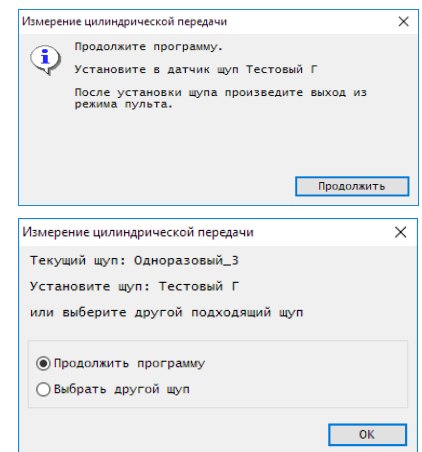


Рис. 3.1.2-2
Базирование по азимуту

В случае использования Г-образного щупа базирование по азимуту производится Г-образным щупом, на экран будет выведен запрос о смене щупа. Продолжите программу, если подготовленный и откалиброванный Г-образный щуп имеет имя, предлагаемое программой.

Или выберите нужный щуп в редакторе щупов, который откроется после выбора пункта «Выбрать другой щуп». После продолжения программы на экран будет выведено сообщение об установке Г-образного щупа. Нажмите «Продолжить», произойдет переход в режим пульта, в котором можно переместить каретку в удобное для смены щупа положение, затем смените щуп и выйдите из режима пульта для продолжения программы.



После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается окончательная СКД для измерения, и базировка считается завершенной.

Если по какой-либо причине базирование было прервано на этапе базирования по азимуту, то, перезапустив программу, оператору будет предложено продолжить базирование с прерванного этапа.

Базирование при помощи ручного режима системы Samiso

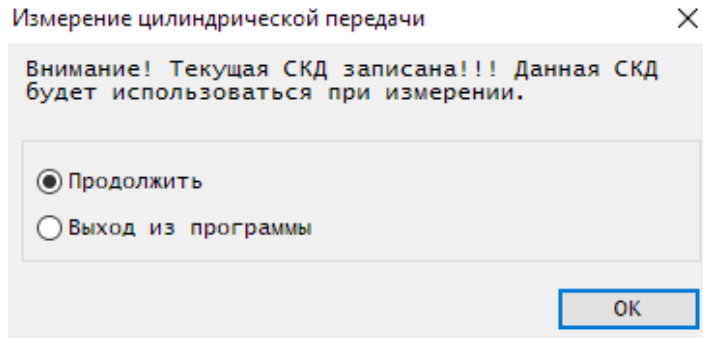
Базирование при помощи системы Samiso производится в случае, когда не выставлен флаг «Автоматическое».

ВНИМАНИЕ! Перед началом базирования в системе Samiso необходимо создать новую деталь, либо открыть уже существующую и начать новое измерение, либо выполнить очистку текущего измерения.

Для установки системы координат детали в ручном режиме следует, пользуясь стандартными функциями системы Samiso, измерить базовый цилиндр и базовую плоскость. После чего установить СКД следующим образом:

- 1) Первая ось (Z) – вдоль направления измеренного элемента – цилиндра (или плоскости, если так указано в чертеже)
- 2) Начало по XY – по цилиндру
- 3) Начало по Z – по плоскости

Затем следует запустить DMIS-программу и выбрать пункт «Продолжить» в появившемся на окне диалога.



ВНИМАНИЕ! Начало текущей СКД будет автоматически перенесено вдоль оси OZ СКД на уровень середины зубчатого венца, т.е. вниз от базовой плоскости на расстояние «Половина ширины зубчатого венца» (см. п. [3.1.1](#) – Параметры колеса).

Процедура базирования затем переходит к этапу *Базирование по азимуту* как при автоматической базировке.

Измерение

DMIS-программа автоматически последовательно производит два (или три) вида измерений:

- 1) **Измерение профиля и шага** – сбор точек с профилей зубьев для последующего определения погрешности профиля, радиального биения, погрешности шагов и т.п.
- 2) **Измерение линии зуба** – сбор точек с линий зуба для последующего определения погрешностей линии зуба.
- 3) **Измерение вершин зубьев** – сбор точек с вершин зубьев для последующего определения диаметра вершин. Этот вид измерения доступен только при задании измерения цилиндра вершин в окне задания параметров измерения.

Если в окне параметров измерения колеса был установлен признак «**Измерять профили/сетки/линии отдельно**», то для **Измерения профиля и шага** и **Измерения линии зуба** программа выдаст отдельные запросы, т.е. в этом случае можно осуществить оба вида измерений последовательно, либо какой-либо один из них.

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того зуба, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «ОК».

3.1.2.1 Измерение вал-шестерни

ВНИМАНИЕ! Вал-шестерня измеряется ТОЛЬКО с помощью установленной на КИМ поворотной щуповой головки PH10M фирмы Renishaw.

ВНИМАНИЕ! Все параметры колеса, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

ВНИМАНИЕ! Параметры **Угол наклона каретки** для базирования и измерения вал-шестерни будут проигнорированы. Базирование и измерение вал-шестерни осуществляются с нулевым (или близким к нулевому) наклоном каретки в СКМ.

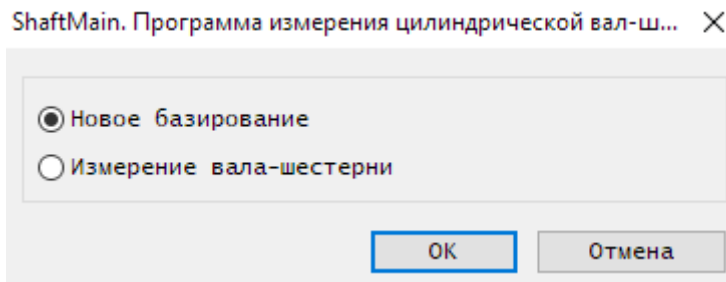
Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Сначала опишем процедуру базирования и измерения либо конической вал-шестерни, либо цилиндрической вал-шестерни (не только верхней части в горизонтальном положении).

На экране появится окно диалога:



Программа НЕ проверяет, была ли уже произведена базировка вал-шестерни, поэтому нужно быть особенно внимательным при выборе варианта работы.

Если базировка вал-шестерни не была произведена, следует выбрать п. «Новое базирование».

Затем программа проанализирует, какие положения поворотной головки нужно будет откалибровать, чтобы произвести базирование и измерение вал-шестерни в заданном положении.

Замечание об используемых положениях поворотной головки

Для вертикального положения вал-шестерни нужно будет откалибровать щуп в следующих угловых положениях поворотной головки: ($A=0^\circ$, $B=0^\circ$), ($A=90^\circ$, $B=180^\circ$). Если в параметрах базирования было задано измерение базовых элементов с двух сторон, то требуется откалибровать щуп еще в одном угловом положении поворотной головки: ($A=90^\circ$, $B=0^\circ$).

Для цилиндрической вал-шестерни в случае, если в параметрах измерения профиля или линии установлена галочка «**Использовать поворотную головку**», щуп нужно будет откалибровать еще в нескольких дополнительных, рассчитанных программой, положениях.

Если при вертикальном положении цилиндрической вал-шестерни используется Г-образный щуп, он калибруется в тех же положениях, что и в случае обычного колеса.

Для горизонтального положения вал-шестерни (не верхняя часть) нужно будет откалибровать щуп в следующих угловых положениях поворотной головки: ($A=0^\circ$, $B=0^\circ$), ($A=90^\circ$, $B=180^\circ$).

Для наклонного положения вал-шестерни кроме углового положения поворотной головки ($A=0^\circ$, $B=0^\circ$) программа рассчитает и сообщит о необходимости калибровки еще 2-х угловых положений поворотной головки, зависящих от угла наклона и угла разворота детали.

ВНИМАНИЕ! После калибровки щупа в указанных положениях для любого типа вал-шестерни нужно перейти в GearInspector и снова нажать кнопку «Новое измерение». Только в этом случае параметры щупа будут учтены при расчете данных для измерительной программы.

Установка детали в рабочей области КИМ

Вал-шестерня устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Возможны следующие варианты расположения вал-шестерни (устанавливаются в окне параметров измерения):

- вертикальное;
- горизонтальное;
- под заданным углом наклона по отношению к плоскости ХУ СКМ и углом разворота вал-шестерни в этой плоскости (описание этих углов см. в п. [3.1.1](#), п/п *Положение вал-шестерни*).

В вертикальном положении вал-шестерня устанавливается так же, как обычное зубчатое колесо соответствующего типа.

В горизонтальном положении вал-шестерня устанавливается так, чтобы оси базовых цилиндров (или ось базового цилиндра, если он один) были направлены примерно вдоль оси Х СКМ. Деталь должна быть расположена на высоте, достаточной для измерения всего зубчатого венца поворотной головкой в угловом положении ($A=90^\circ$, $B=180^\circ$), так чтобы избежать столкновения поворотной головки с рабочим столом. Зубчатый венец должен располагаться справа, если он не находится между базовыми цилиндрами. Для конических вал-шестерен как правило так и есть. Для цилиндрических вал-шестерен зубчатый венец может располагаться между базовыми цилиндрами. В этом случае вал-шестерня ориентируется в соответствии с порядком задания базовых цилиндров. Также для этого случая рекомендуется измерять *Верхнюю часть* вал-шестерни (см. далее).

В третьем варианте вал-шестерня устанавливается в соответствии с заданными углами наклона и разворота (если собрано УСП). В этом случае зубчатый венец должен располагаться выше базовых цилиндров, а для цилиндрических вал-

шестерен, у которых зубчатый венец расположен между базовыми цилиндрами, ориентация детали – в соответствии с порядком задания базовых цилиндров.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы, если в GearInspector был установлен флаг «Автоматическое». Аналогично случаю обычного зубчатого колеса щуп может быть установлен либо над базовой (или верхней торцевой) плоскостью на радиусе сбора, либо над базовой (или верхней торцевой) плоскостью примерно по оси базовых цилиндров.

Если при вертикальном положении цилиндрической вал-шестерни используется Г-образный щуп, то базирование осуществляется любым подходящим прямым щупом, как и в случае обычного колеса.

В случае горизонтального положения вал-шестерни щуп, если требуется, можно наклонить на угол, гарантирующий сбор точек с торцевой плоскости без касания детали ножкой щупа или датчиком.

После базирования по базовой (или верхней торцевой) плоскости будут измерены один или два базовых цилиндра в заданном в окне параметров базирования порядке и в заданных сечениях.

Ось X СКД будет в итоге направлена вдоль оси базового цилиндра, либо вдоль общей оси двух базовых цилиндров.

Затем, если была задана базировка по опорному торцу, будет произведена базировка по опорному торцу для определения начала по оси OZ Системы Координат Детали.

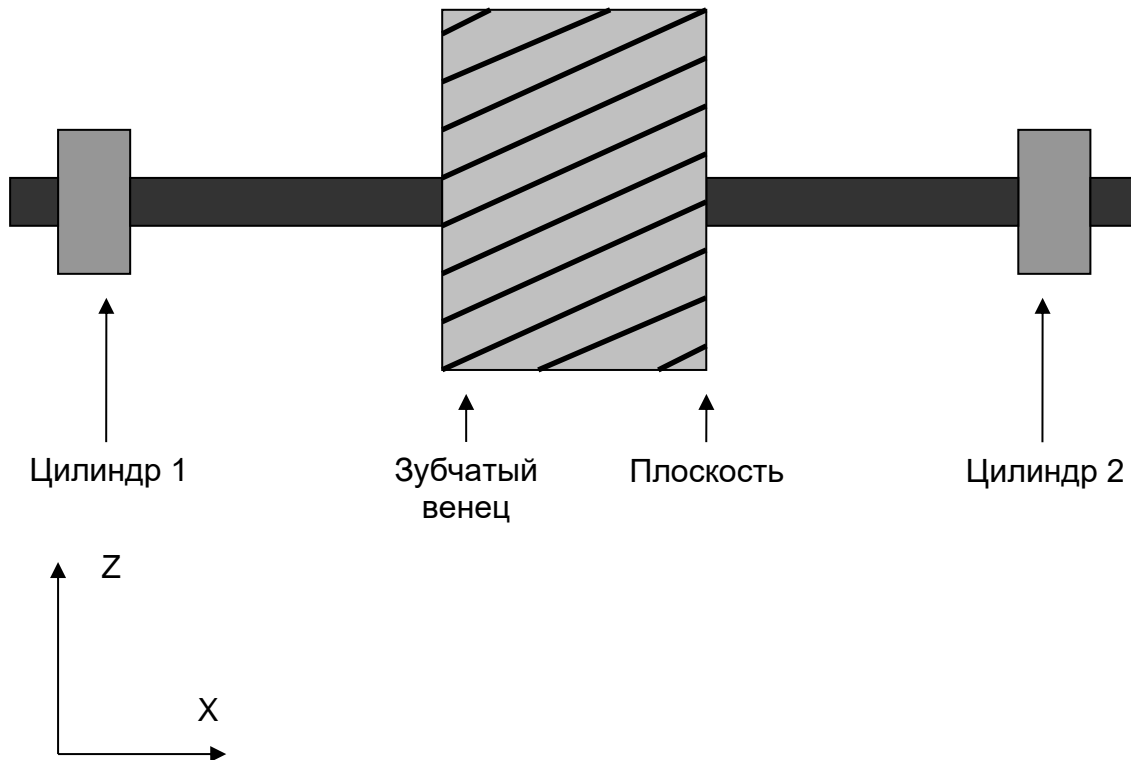
Затем будет выполнена процедура базирования по азимуту и процедура измерения, аналогичная обычному зубчатому колесу. Отличие для вал-шестерни лишь в том, что признак *Измерять профили/сетки/линии отдельно* (см. окно задания параметров измерения) будет проигнорирован, режим измерений всегда выбирается в диалоге.

Если при вертикальном положении цилиндрической вал-шестерни используется Г-образный щуп, то базирование по азимуту и измерение осуществляется аналогично случаю обычного колеса.

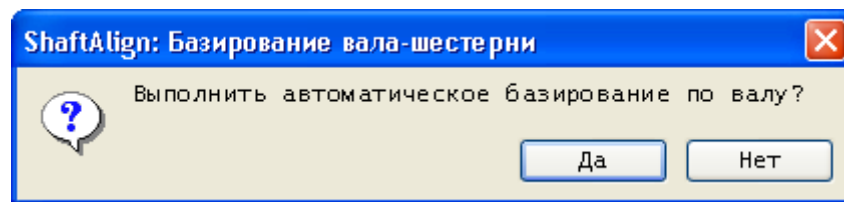
Ручное базирование

Процедура ручной базировки (используется только в *горизонтальном* положении для 2-х базовых цилиндров) стартует сразу после запуска DMIS-программы, если в GearInspector не был установлен флаг «Автоматическое». Программа предложит собрать по 3 точки сначала с 1-го базового цилиндра, затем со 2-го, затем одну точку с базового торца.

К примеру, для цилиндрического вал-шестерни:



После ручного сбора точек с базовых поверхностей программа автоматически произведет расчет СКД и предложит произвести автоматическую базировку.



Рекомендуется произвести автоматическую базировку, нажав на кнопку «ДА». При этом с базовых цилиндров будет собрано по 30 точек. Это позволит создать более точную СКД.

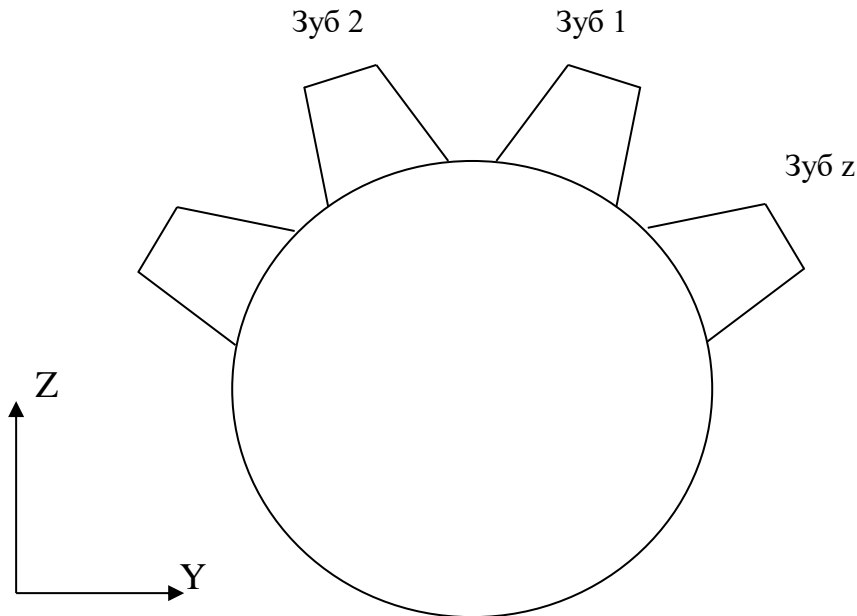
Особенности базирования и измерения верхней части цилиндрической вал-шестерни в горизонтальном положении

ВНИМАНИЕ! В горизонтальном положении вала-шестерни, если для измерения выбрана ее верхняя часть, в отличие от обычной шестерни, не все зубья могут быть проконтролированы при одной установке детали. Вследствие чего на ряд параметров налагаются ограничения.

Так как для измерения доступна лишь верхняя часть зубчатого венца (с сектором порядка 180°), то число контролируемых зубьев для контроля шага и профиля должно соответствовать этому сектору. Если это число задано больше, чем возможно, то все равно будет измерено только максимально возможное число зубьев. Для контроля линии зуба рекомендуется задавать номера зубьев, попадающих в верхнюю часть зубчатого венца.

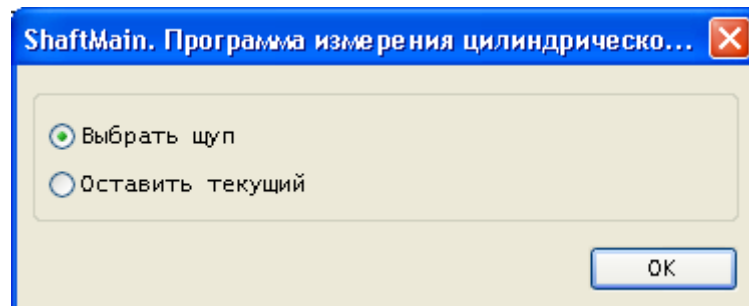
Зубья для контроля профиля и шага центрируются зубом номер 1 (одним из самых верхних). Остальные зубья распределяются: половина по часовой стрелке: 1,2,3,...,

половина против часовой стрелки: $z, z-1, z-2, \dots$ (z – число зубьев), как показано на следующем рисунке.



Номера зубьев для контроля линии зуба также проверяются на принадлежность верхнему сектору. Недопустимые зубья не измеряются.

Для горизонтального положения цилиндрической вал-шестерни (верхней части) программа предварительно (до окна выбора базирования или измерения) запросит выбрать щуп:



Выберите вариант «*Выбрать щуп*» и нажмите кнопку «ОК». На экране появится окно «Редактор щупов». Выберите или создайте нужный щуп, причем не нужно создавать новых калибровочных положений щупа. После чего нажмите на кнопку «*Установить*», если текущее калибровочное положение откалибровано, или «*Калибровать*», в противном случае. Описание работы с окном редактора щупов см. в п. 4.2 документа «Руководство оператора по работе с системой Samiso».

Примечание: если рабочий щуп уже выбран текущим, то можно пропустить этап выбора щупа, выбрав вариант «*Оставить текущим*».

После калибровки программа произведет базирование (ручное или автоматическое) и измерение детали, как уже было описано выше.

3.1.3 Просмотр результатов измерения цилиндрического эвольвентного колеса

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки) (см. рис. 3.1.3-1).

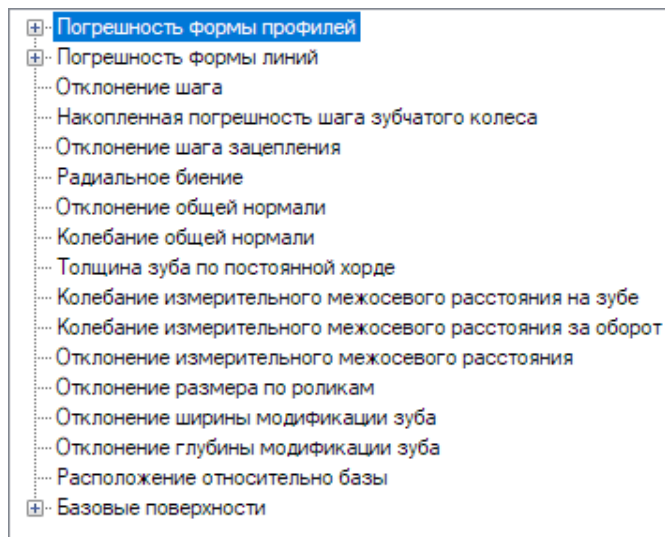


Рис. 3.1.3-1 Результаты расчета

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и в дополнении, если это окно относится к графику – график (см. рис. 3.1.3-2). Также выводится гистограмма отклонений измеренных точек профиля (линии) (см. рис. 3.1.3-3).

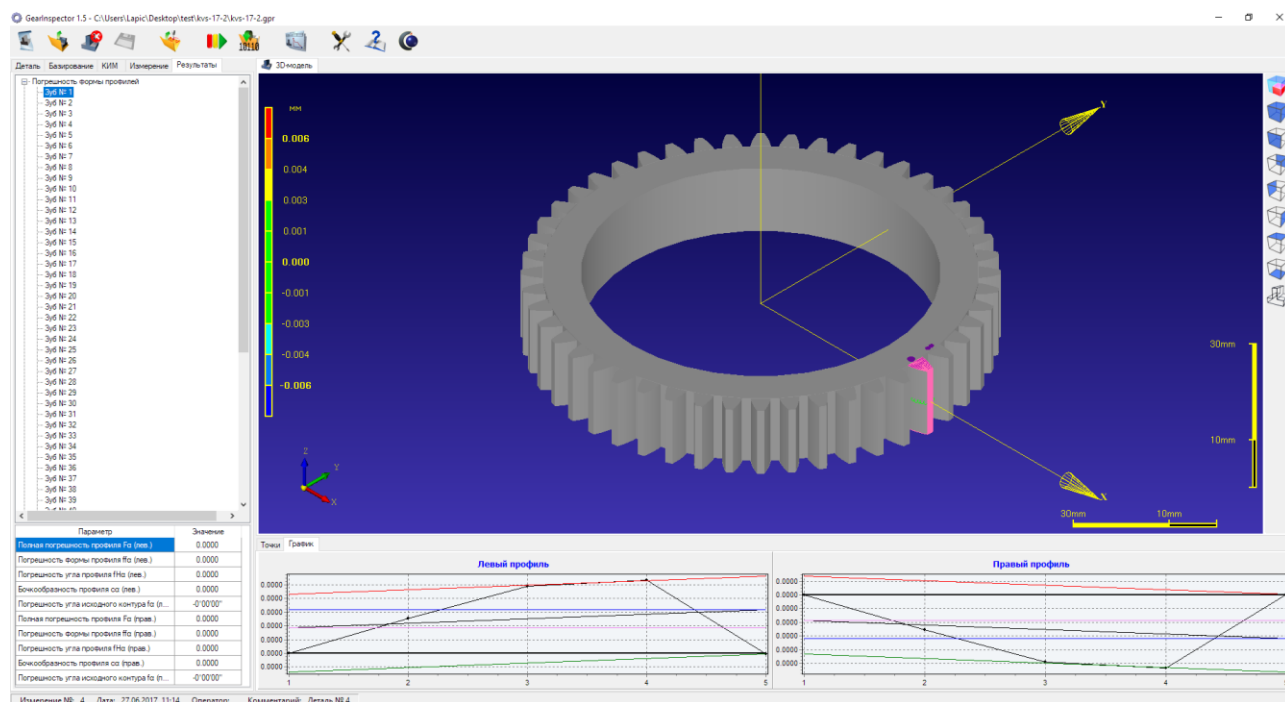


Рис. 3.1.3-2 Табличное и графическое отображение результатов расчета

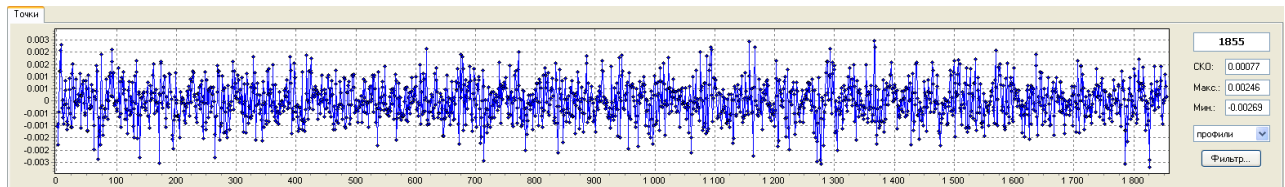
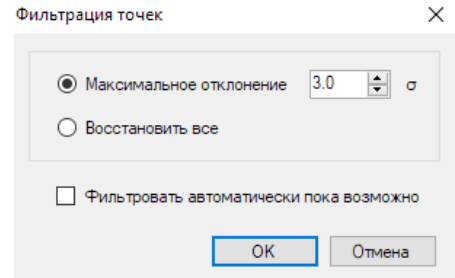
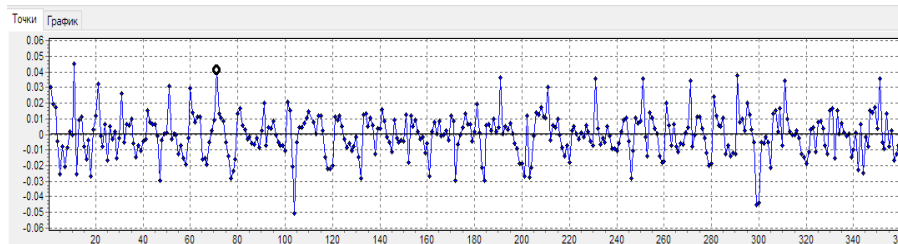
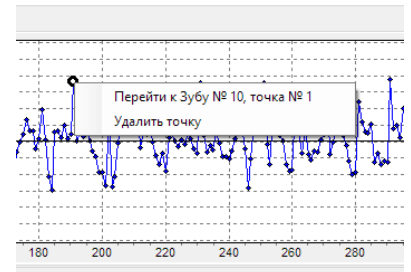


Рис. 3.1.3-3 Гистограмма отклонений измеренных точек профиля (линии)

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек отдельно профиля или линии, т.е. возможность исключать их из расчета. Для этого необходимо в окне гистограммы нажать кнопку «Фильтр». Появится окно с параметрами фильтрации. Если поставить галочку «Фильтровать автоматически пока возможно» - программа отфильтрует сразу все плохие точки. «Восстановить все» - программа восстановит все отфильтрованные точки. Так же возможно выставить максимальный предел фильтрации точек, по умолчанию стоит 3.



Гистограмма отклонений допускает также удаление отдельных точек. Для этого нужно выделить на гистограмме левой кнопкой «мыши» точку и нажать клавишу «Delete». При выделении нужной точки на гистограмме и нажатия правой кнопки мыши – появляется меню, в котором мы также можем удалить точку, либо перейти к данному зубу и к данной точке.



Замечание. Расчет отклонения шага, накопленных отклонений шага, радиального биения, длины общей нормали, толщины зуба по хорде производится на основании тех же данных, что и для погрешности профиля. Поэтому может возникнуть необходимость фильтрации точек в случае локальных выбросов, которые оказывают влияние, как на погрешность профиля и линии зуба, так и на погрешность шага, радиальное биение и пр.

Отклонение шага, накопленные отклонения шага, разность соседних шагов, радиальное биение, отклонения длины общей нормали, измерительного межосевого расстояния (когда его расчёт допустим) и толщины зуба по постоянной хорде выводятся в виде графиков-гистограмм.

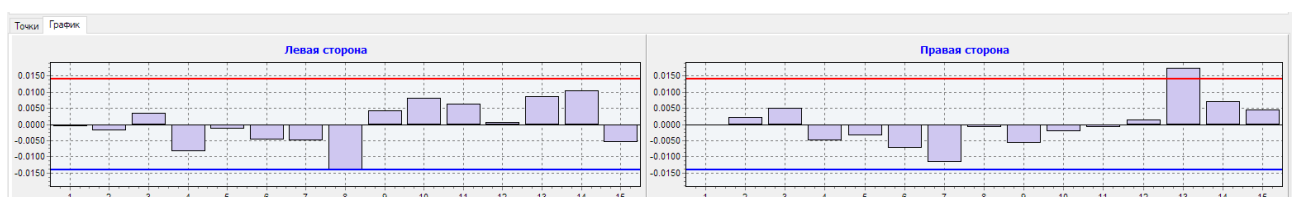


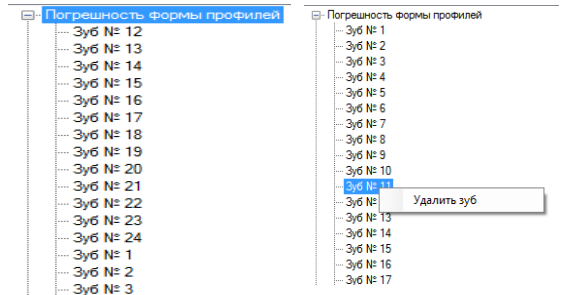
Рис. 3.1.3-4 Пример графика-гистограммы погрешности отклонений шага

Также имеется возможность просмотра фактических параметров базовых поверхностей (в случае автоматического базирования).

Параметр	Значение
Диаметр, мм	79.976
Среднеквадратичное отклонение, мм	0.002
Цилиндричность, мм	0.014

Рис. 3.1.3-5 Вывод фактических параметров для базового цилиндра

Навигационная панель со списком параметров при раскрытии папки «Погрешность формы профилей» допускает удаление выбранного зуба. Для этого надо выделить в дереве необходимый зуб, нажать правую кнопку мыши и в появившемся контекстном меню выбрать пункт «Удалить зуб». Для случая сектора доступными для удаления являются только первый и последний зубья в дереве.



После автоматического пересчета дерево результатов будет обновлено, удаленный зуб исчезнет, первым зубом станет следующий после удаленного, после зуба с номером, равным числу зубьев колеса, станет первый зуб.

После удаления зуба можно удалять только первый или последний зуб в дереве. Для остальных зубьев операция удаления будет недоступна. Это сделано для того, чтобы сохранять непрерывность сектора.

Для восстановления всех удаленных зубьев нужно нажать кнопку «Загрузить результаты измерения». Отдельные удаленные зубья не восстанавливаются.

Фактические параметры шестерни.

В производстве все изготавливаемые детали предварительно описываются идеальными моделями. Иногда это чертеж, иногда CAD модель, иногда просто несколько параметров геометрической фигуры с хорошо известной формой, например «сфера радиуса 10 мм». Изготовленная деталь никогда не является абсолютно точной копией модели и поэтому дополнительно описывается отклонениями от нее. Чтобы определить эти отклонения, необходимо расположить исходную модель относительно снятых с поверхности детали точек так, чтобы сумма квадратов расстояний этих точек от поверхности модели (или среднее квадратичное отклонение) оказалась минимально возможной. Этот процесс называется оптимизацией или припасовкой и в случае CAD модели ограничивается описанной выше процедурой, т.к. поверхность детали в этом случае разбивается на сотни или тысячи маленьких кусочков, каждый из которых описывается своими собственными параметрами. Существуют, однако, много широко используемых видов деталей, модель поверхности которых может быть полностью определена несколькими параметрами без разбивания на множество маленьких поверхностей. Например: сфера, цилиндр, конус, резьба, червяк, шлиц, фреза и т. п. Для таких деталей процесс оптимизации может включать не только «подгонку» расположения модели по отношению к измеренным точкам с целью минимизации среднего квадратичного отклонения, но и «подгонку» собственных параметров модели (например радиуса для сферы) с той же целью. Целесообразность такой процедуры обусловлена тем,

что для выполнения такой деталью своих функций часто важнее предельно минимальное отклонение от идеальной геометрической формы, чем строгое соответствие самого параметра номиналу (например сфера для калибровки шупов). Одной из широко используемых деталей, которые допускают построение матмодели (= могут быть полностью определены небольшим (<10) числом параметров) являются цилиндрические эвольвентные зубчатые колеса (ЗК). Профиль такого ЗК описывается кривой «эвольвента окружности», которая в декартовой системе координат описывается уравнением:

$$x = r \cdot \cos(t) + r \cdot t \cdot \sin(t), \quad y = r \cdot \sin(t) - r \cdot t \cdot \cos(t) \quad (\text{см. например, Википедия})$$

где r – радиус окружности (называемой «основной»), эвольвентой которой является данная кривая. Из уравнения сразу видно, что данный радиус является единственным параметром, определяющим форму этой кривой. При положительных и отрицательных t получаются разноименные профили зубьев, и вторым параметром, определяющим геометрию ЗК, может быть какая то величина, фиксирующая расстояние между ними, например основная окружная толщина зуба. GearInspector после вычисления предписываемых ГОСТ отклонений дополнительно выполняет двумерную оптимизацию (обратный инжиниринг) профилей измеренного торцевого сечения ЗК в плоскости этого сечения, вычисляя два собственных параметра зубчатого венца (названные выше) и три параметра, определяющих оптимальное (т.е. минимизирующее среднее квадратичное отклонение измеренных точек от модели) положение модельного зубчатого венца относительно СК, в которой производилось измерение: сдвиг оси зубчатого венца относительно оси базового цилиндра (суммарный а затем отдельно по X и Y) и поворот венца относительно собственной оси (= компенсация неточности базирования). Первые три величины выводятся в первые три строки результатов и показывают соосность зубчатого венца с базовым цилиндром. Затем выводится СКО этой полной оптимизации. После этого выполняется оптимизация по тем же параметрам без X и Y , т. е. относительно оси базового цилиндра, и выводится СКО этой оптимизации собственных параметров ЗК. Все параметры, которые выводятся ниже, т. е. углы профиля (торцевой и исходного контура), коэффициенты смещения (измеренный и номинальный), измеренные диаметр основной окружности и основная толщина зуба и их отклонения от номиналов, вычисляются в этой второй оптимизации. Два последних СКО это просто отклонения от номинальной модели (со смещением на минимально предписанное смещение исходного контура и без такового). Ввиду вышесказанного, по точкам профилей торцевого сечения у ЗК непосредственно могут быть измерены только диаметр основной окружности и основная толщина зуба (либо впадины). Но поскольку по предписываемым ГОСТ номиналам номинальная основная толщина зуба и номинальный диаметр основной окружности легко вычисляются по заданным делительному диаметру и углу профиля, то данный метод можно использовать для проверки и калибровки зуборезных станков посредством сравнения измеренного и номинального значений этих двух параметров. По трем выводимым СКО сразу видно отклонение измеренных точек детали от номинала, насколько это отклонение обусловлено отклонением от соосности зубчатого венца с базовым цилиндром, а насколько параметрами и качеством поверхностей самого венца. Т.к. по формуле

$$\text{диаметр основной окружности} = \text{модуль} \cdot \text{число зубьев} \cdot \cos(\text{угла профиля})$$

одному и тому же диаметру основной окружности могут соответствовать разные пары модуль-угол профиля, при выводе угла профиля и смещения модуль

принимается номинальным. Последние две строки показывают разброс Z-координат скомпенсированных измеренных точек. Если эти числа превосходят 60 микрон, измеренное сечение сильно отклоняется от торцевого и результаты ненадежны. Нужно изменить угол наклона зуба модели ЗК.

3.1.4 Отчет по результатам измерения цилиндрического эвольвентного колеса

Если в метрологическом программном комплексе SamIsO предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Для настройки выводимой в отчет информации служит вкладка «Отчет». Перед выводом отчета в этой вкладке можно отметить, какие измеренные параметры выводить в таблицу, какие гистограммы и графики отклонений.

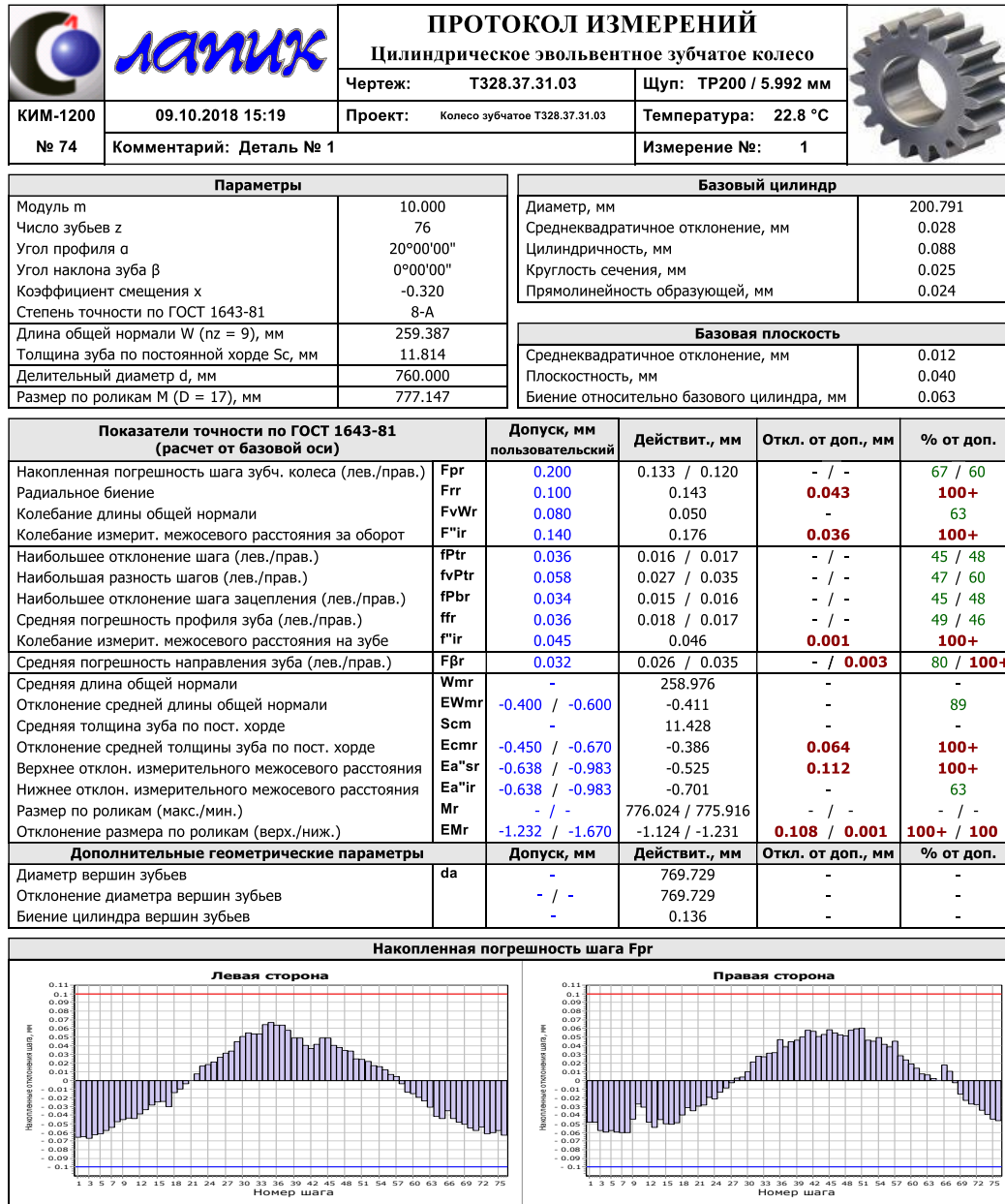
The screenshot shows the 'Отчет' (Report) tab selected in the top navigation bar. Below it, there are three main sections for configuring the report content:

- Измеренные параметры (Measured parameters):** A list of 8 parameters with checkboxes, all of which are checked.
 - ☒ Накопленная погрешность шага зубчатого колеса
 - ☒ Радиальное биение
 - ☒ Колебание длины общей нормали
 - ☒ Колебание измерительного межосевого расстояния за оборот
 - ☒ Наибольшее отклонение шага
 - ☒ Наибольшая разность шагов
 - ☒ Наибольшее отклонение шага зацепления
 - ☒ Средняя погрешность профиля зуба
 - ☒ Колебание измерительного межосевого расстояния на зубе
- Гистограммы (Histograms):** A list of 8 parameters with checkboxes, all of which are checked.
 - ☒ Накопленная погрешность шага
 - ☒ Радиальное биение
 - ☒ Колебание длины общей нормали
 - ☒ Колебание измерительного межосевого расстояния за оборот
 - ☒ Колебание измерительного межосевого расстояния на зубе
 - ☒ Отклонение шага
 - ☒ Отклонение толщины зуба по постоянной хорде
 - ☒ Отклонение измерительного межосевого расстояния
 - ☒ Отклонение размера по роликам
- Графики (Graphs):** A list of 9 items with checkboxes. The first is checked, the others are unchecked.
 - ☒ Зуб № 1
 - ☐ Зуб № 2
 - ☐ Зуб № 3
 - ☐ Зуб № 4
 - ☐ Зуб № 5
 - ☐ Зуб № 6
 - ☒ Зуб № 7
 - ☐ Зуб № 8
 - ☐ Зуб № 9

On the right side, there is a 'Тип' (Type) section with three radio buttons:

- ☒ Профили (Profiles)
- ☐ Линии (Lines)
- ☐ Сетки (Grids)

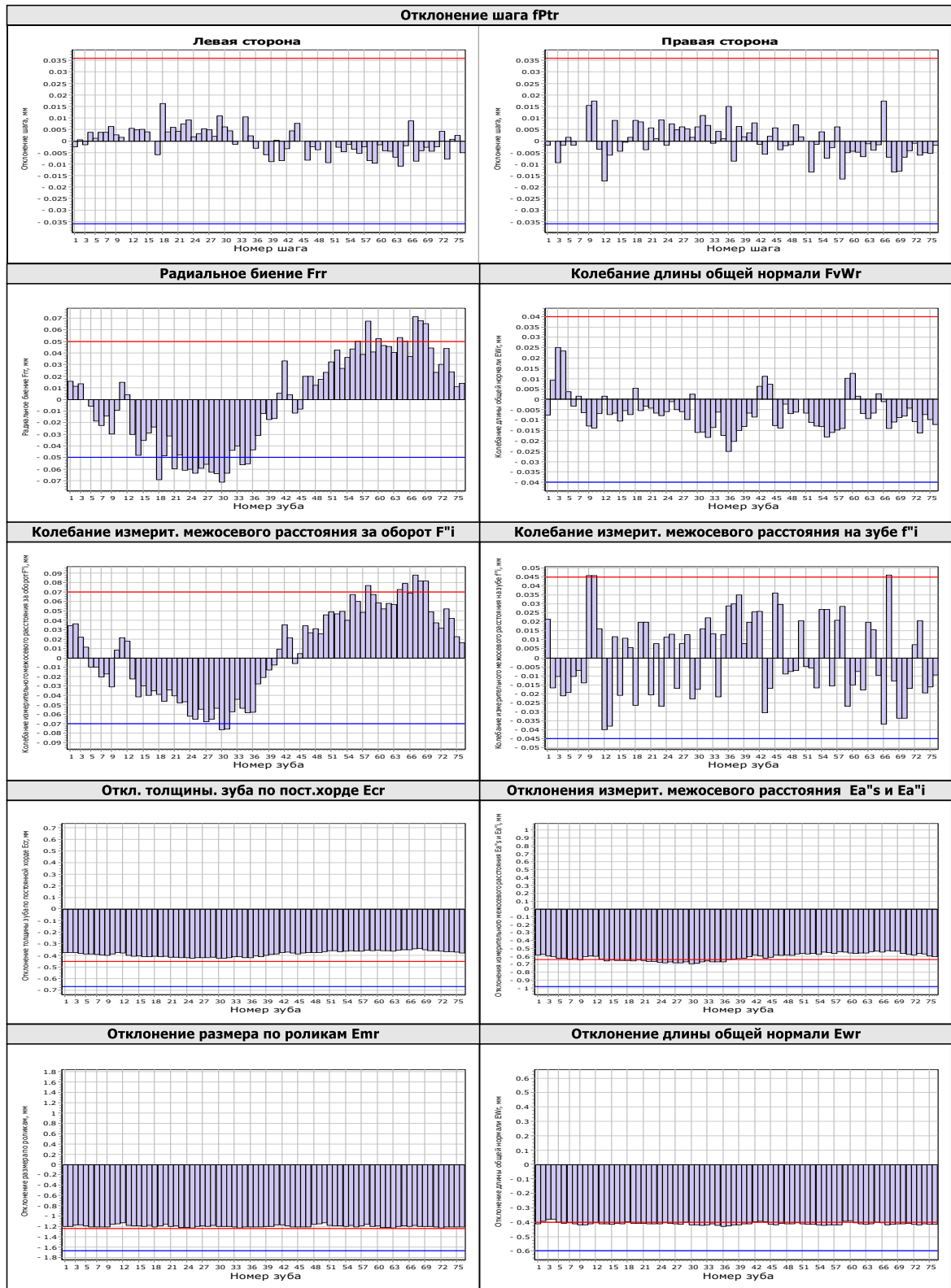
Пример отчета показан – см. рис. [3.1.4-1](#).



Оператор: Маслов П.В.

Page 1 of 4

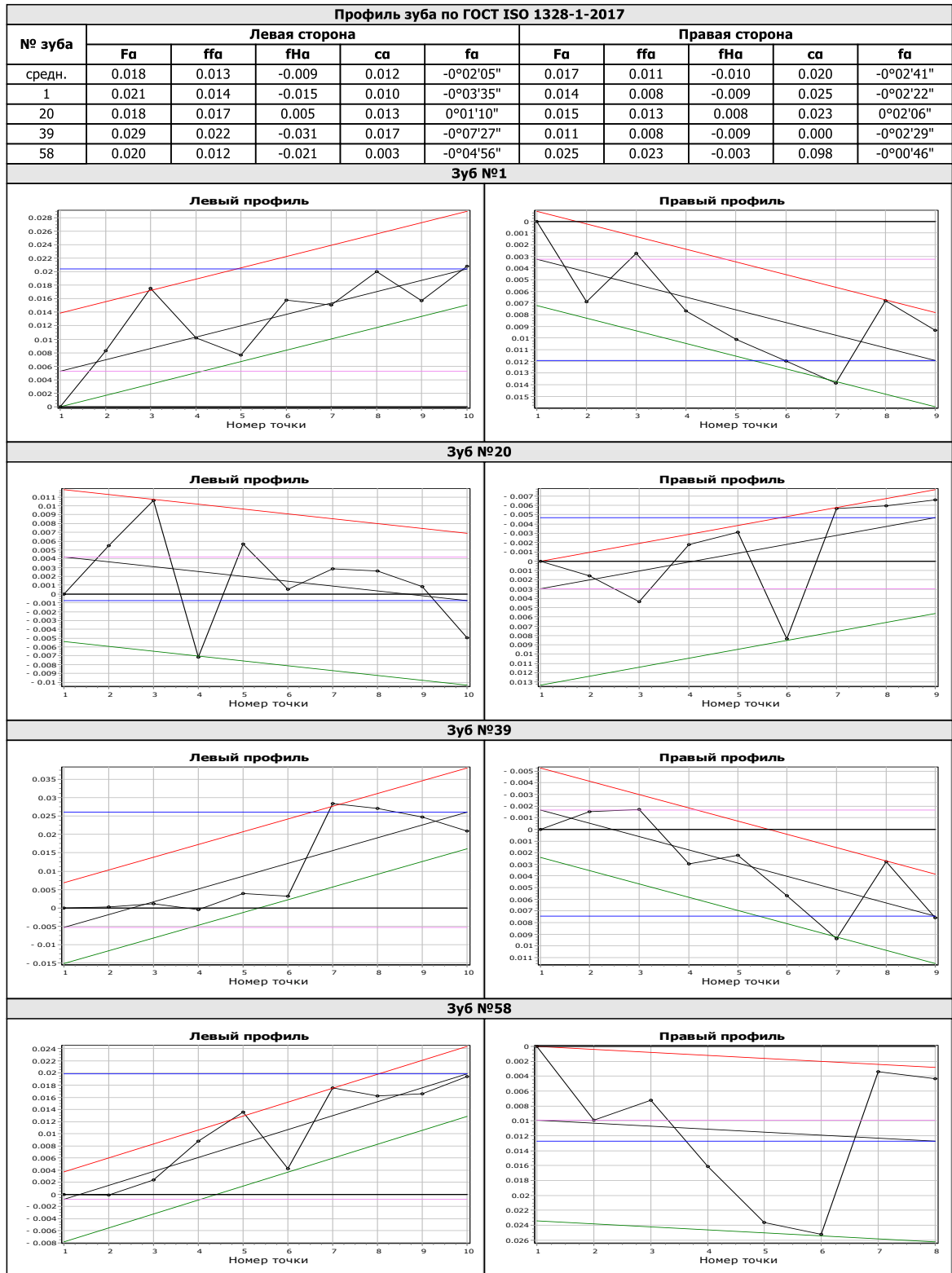
(Подпись)



Оператор: Маслов П.В.

Page 2 of 4

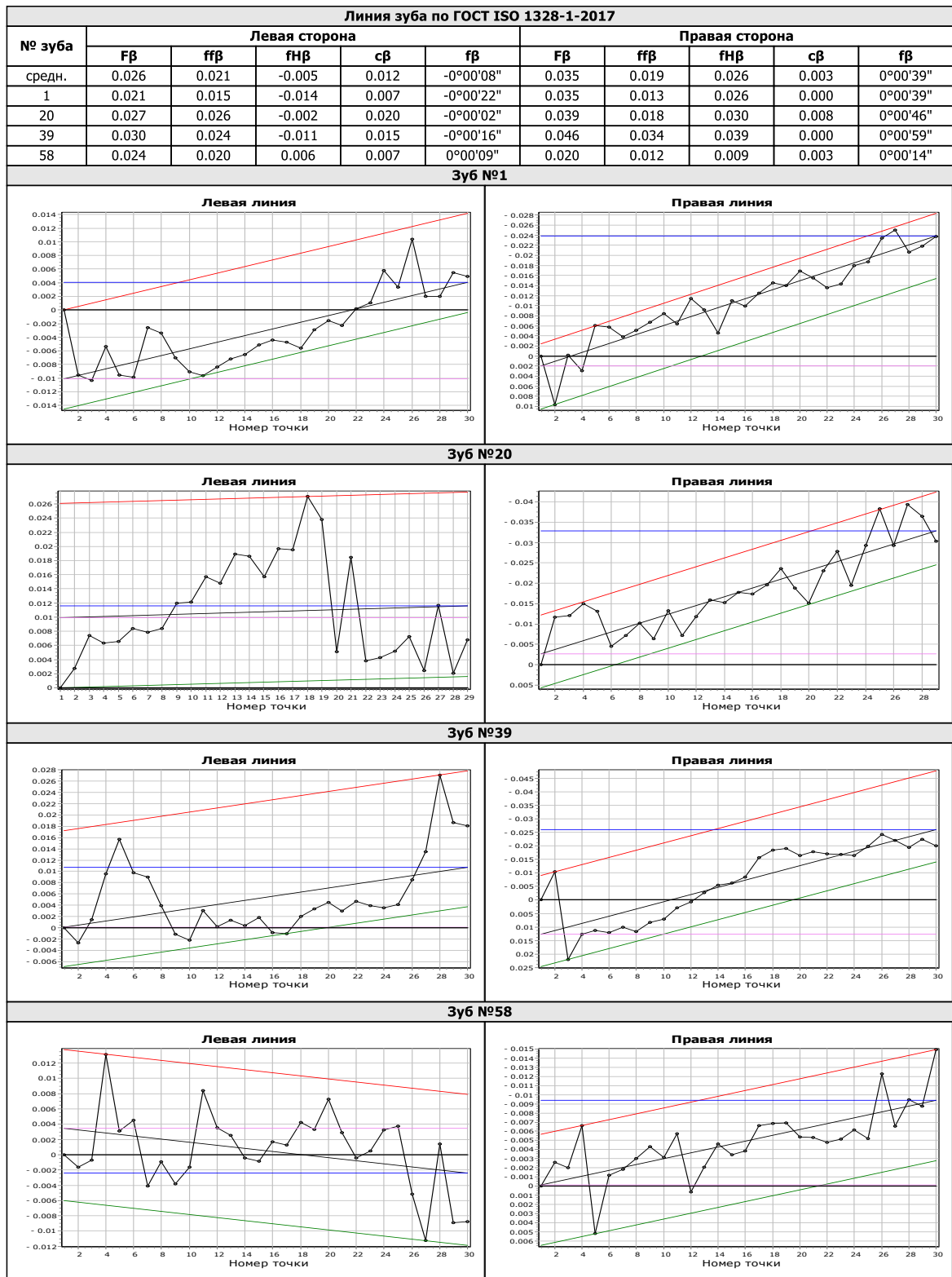
(Подпись)



Оператор: Маслов П.В.

Page 3 of 4

(Подпись)



Оператор: Маслов П.В.

Page 4 of 4

(Подпись)

Рис.3.1.4-1 Пример отчета по результатам измерений цилиндрического эвольвентного колеса

В заголовок отчета выводятся:

- - информация о типе измеренного зубчатого колеса (в данном случае – цилиндрического эвольвентного);
- - номер чертежа;
- - название проекта детали;
- - тип КИМ, на котором производились измерения;
- - дата и число проведения измерения;
- - тип щупа (датчика), которым производились измерения и его радиус;
- - температура детали во время измерения;
- – комментарий (для сборки деталей обозначается базовая деталь, см. [п. 4](#));
- - Ф.И.О. оператора и его подпись.
- - номер измерения

На первой странице отчета выводятся чертежные данные для колеса и приводятся сведения о базовых поверхностях: фактические параметры базового цилиндра (конуса) и базовой плоскости (при условии выбора режима автоматического базирования).

Ниже приводятся результаты измерений (в соответствии с ГОСТ 1643–81 (СТ СЭВ 641–77, СТ СЭВ 643–77, СТ СЭВ 644–77) «Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски»):

- в первой графе – список параметров (см. ГОСТ 1643–81, ПРИЛОЖЕНИЕ 1), вычисляемых по результатам измерений и обозначения, которые для них приняты;
- для некоторых параметров во второй графе указывается его «Допуск» («Допуск пользовательский») – предельно допустимое значение (по ГОСТ 1643-81 в соответствии с указанной в окне параметров колеса нормы точности, или заданное пользователем);
- для каждого из параметров в третьей графе приводится его действительное значение, причем если параметр определяется отдельно для левой и правой стороны зуба, то его значение дается через «/»: слева от этого знака для левых сторон, справа – для правых;
- в четвертой графе для параметров, нормируемых по ГОСТ 1643-81, указывается «Отклонение от допуска», определяющее, в допуске ли этот параметр (обозначается значком «–») или не в допуске (выводится отклонение от допуска, при этом для параметров, рассчитываемых отдельно для левых и правых сторон зуба, ставятся два значка (или отклонения): сначала для левых, затем для правых сторон);
- в пятой графе для параметров, нормируемых по ГОСТ 1643-81, указывается «% от доп.», определяющая, на сколько процентов параметр отклоняется от допуска (если допуск симметричный) или от середины поля допуска (если допуск не симметричный).



Остальную часть первой страницы занимают гистограммы. Рассмотрим для примера одну из них (накопленную погрешность шага для левых сторон профилей). На горизонтальной оси откладывается № зуба, локальная накопленная погрешность шага для которого и составляет высоту (или глубину) столбика. Накопленная погрешность шага для всех левых сторон зубьев – это алгебраическая разность высот $17^{\text{го}}$ и $8^{\text{го}}$ столбиков (в нашем случае она равна 6 мкм). Таким образом, приводимые в протоколе гистограммы являются графическим дополнением к параметрам, предусмотренным ГОСТом.

Замечания относительно гистограмм.

- локальное отклонение длины общей нормали определяется как разница фактического значения и теоретического;
- локальное отклонение толщины зуба (по постоянной хорде) определяется как разница фактического значения и теоретического;
- локальное изменение радиального биения зуба определяется как разница его фактического значения и значения радиального биения для 1-го зуба;
- локальное отклонение шага стороны зуба определяется как разность шагов между текущим и предыдущим зубом (для 1-го зуба – разность шагов между ним и последним зубом);
- локальное накопленное отклонение шага стороны зуба определяется как сумма разностей шагов для текущего и всех предыдущих зубьев (вплоть до 1-го).
- локальное колебание измерительного межосевого расстояния на зубе определяется как наибольшая по модулю из разностей межосевых расстояний рассчитанных для: впадины между предыдущим(для первого - последним) зубом и текущим зубом и текущего зуба, впадины между предыдущим(для первого - последним) зубом и впадины между текущим и следующим(для последнего - первым) зубом, текущего и следующего(для последнего – первого) зуба, текущего зуба и впадины между ним и следующим(для последнего – первым) зубом, впадины между текущим и следующим(для последнего - первым) зубом и следующего(для последнего – первого) зуба;
- локальное отклонение измерительного межосевого расстояния (верхнее или нижнее) определяется как разница фактического значения и теоретического;

Оставшаяся часть протокола содержит данные о погрешностях профилей и линий в соответствии со стандартом ГОСТ ISO 1328-1-2017.

(Программа «GearInspector» измеряет только центральный профиль и линию пересечения зуба с делительным цилиндром).

В таблицу, расположенную в протоколе, входят:

- F_{α} - Полная погрешность профиля (мм.)
- $f_{f\alpha}$ - Погрешность формы профиля (мм.)
- $f_{H\alpha}$ - Погрешность угла профиля (мм.)
- c_{α} - Бочкообразность профиля (мм.)
- f_{α} - Погрешность угла исходного контура (град. мин. сек.)



Основа зуба

Головка зуба

- Номинальная эвольвента
- Усредняющая действительная эвольвента
- Эквидистанты усредняющей эвольвенты
- Эквидистанты номинальной эвольвенты, информирующие о погрешности угла профиля

Порядок точек на графике слева направо – от основания к головке зуба для обеих сторон.

Положительный знак отклонений точек соответствует направлению «из материала». Левая шкала графиков для правых профилей внешней шестерни и для левых профилей внутренней шестерни инвертирована, т.е. отклонения увеличиваются сверху вниз. Таким образом, если расположить график отклонений для правой стороны зуба под графиком отклонений для левой стороны зуба, а зуб поместить между ними, то точки и отклонения расположатся так же, как на виде зуба со стороны нижней торцевой плоскости (основание зуба – слева, головка – справа).

Смысл $f_{f\alpha}$ и $f_{H\alpha}$ показан на чертеже. Полная погрешность профиля F_α – это разность максимальной и минимальной погрешности профиля относительно номинальной эвольвенты. Вычисляемый параметр f_α – это выражение погрешности угла профиля $f_{H\alpha}$ в градусах, минутах и секундах. Если $f_\alpha < 0$, то действительный угол профиля меньше номинального, и наоборот.

Методом наименьших квадратов находится усредняющая прямая – тонкая чёрная линия. Ей тоже соответствует эвольвента, но пересекающая делительный цилиндр под углом, отличным от номинального, а потому имеющая начальную окружность другого радиуса. Эта эвольвента принимается за действительную, а **красная** и **зелёная** прямые изображают эвольвенты, эквидистантные действительной, между которыми «зажат» измеренный фактический профиль.

Направление наклона прямых на графиках обусловлено знаком f_α : если $f_\alpha > 0$, то прямые на графике для левого профиля наклонены вправо, а на графике для правого профиля – влево, для $f_\alpha < 0$ – наоборот.

Таким образом, по сравнению с номиналом, зуб сужается от основания к головке, если $f_\alpha > 0$ для обеих сторон; зуб расширяется от основания к головке, если $f_\alpha < 0$ для обеих сторон.

Последний вид вычисляемого параметра – c_α (бочкообразность профиля). Профиль может иметь избыточную кривизну (что полезно для локализации пятна контакта), либо, наоборот, недостаточную. Если $c_\alpha > 0$, то профиль имеет выпуклую форму, если же $c_\alpha < 0$, то вогнутую.

Завершают протокол аналогичные таблицы значений для погрешностей линий. Здесь

- F_β - Полная погрешность линии (мм.)
- $f_{f\beta}$ - Погрешность формы линии (мм.)
- $f_{H\beta}$ - Погрешность угла линии (мм.)
- c_β - Бочкообразность линии (мм.)
- f_β - Погрешность угла наклона линии (град. мин. сек.)

Смысл погрешностей линий аналогичен профилю.

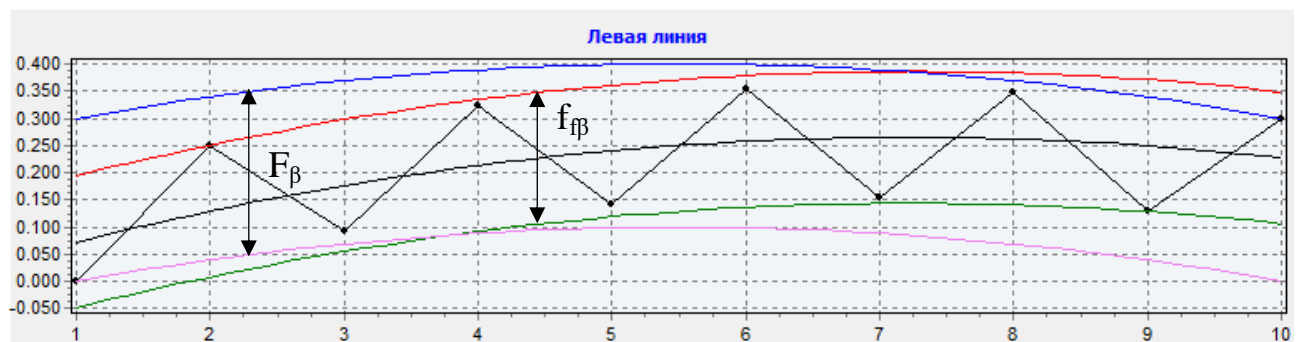
Порядок точек на графике слева направо – от нижней торцевой плоскости к верхней для обеих сторон.

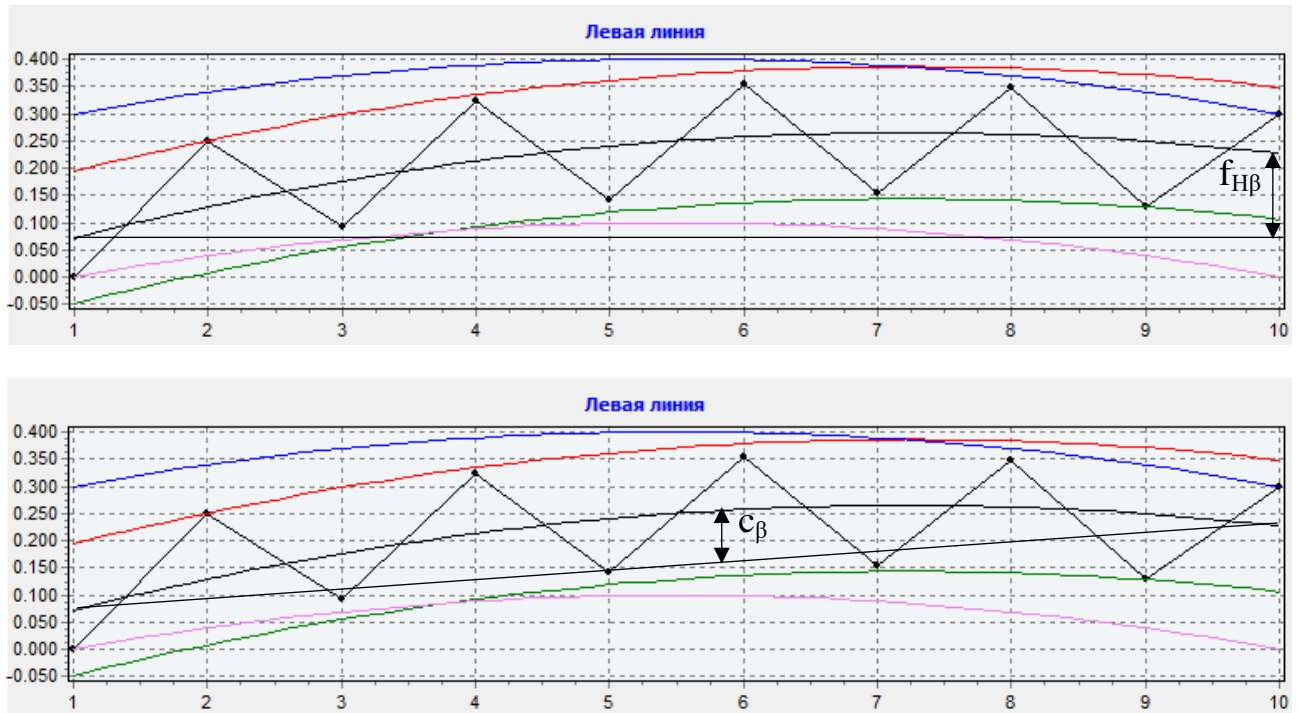
Положительный знак отклонений точек соответствует направлению «из материала». Левая шкала графиков для правых линий внешней шестерни и для левых линий внутренней шестерни инвертирована, т.е. отклонения увеличиваются сверху вниз. Таким образом, если расположить график отклонений для правой стороны зуба под графиком отклонений для левой стороны зуба, а зуб поместить между ними, то точки и отклонения расположатся так же, как на виде зуба сбоку (нижняя торцевая плоскость слева, верхняя – справа).

Направление наклона прямых на графиках обусловлено знаком f_β : если $f_\beta > 0$, то прямые на графике для левой линии наклонены вправо, а на графике для правой линии – влево, для $f_\beta < 0$ – наоборот.

Таким образом, по сравнению с номиналом, зуб наклонен влево, если $f_\beta < 0$ для левой стороны и $f_\beta > 0$ для правой стороны; зуб наклонен вправо, если $f_\beta > 0$ для левой стороны и $f_\beta < 0$ для правой стороны.

В случае, если задана номинальная величина бочкообразности по профилю или по линии зуба, то расчеты погрешностей выполняются с учетом заданного значения. Графики погрешностей имеют следующий вид.





Участки профиля (линии) зуба, на которых определяются погрешности с учетом бочкообразности, имеют следующие границы.

Левая граница для профиля – начало контролируемого участка профиля у основания зуба, задаваемое отступом от основания.

Правая граница для профиля – вершина зуба.

Левая и правая граница для линии – соответственно нижний и верхний торец зубчатого венца (отстоящие от его середины на расстоянии, равном половине ширины зубчатого венца).

Линии, изображенные на графике, имеют смысл, аналогичный случаю, когда номинальная бочкообразность на задана (равна 0).

Черная дуга – усредняющая действительная линия профиля (линии) зуба.

Красная и зеленая дуги – линии, эквидистантные черной и проходящие через максимальную и минимальную точки реального профиля. Погрешность формы профиля $f_{f\alpha}$ (или $f_{f\beta}$ - для линии) определяется как расстояние между этими дугами по вертикали. Погрешность угла профиля $f_{H\alpha}$ (или $f_{H\beta}$ - для линии) определяется как разность по вертикали между точками пересечения черной дуги с вертикальными линиями левой и правой границ.

Бочкообразность профиля c_{α} (или c_{β} - для линии) определяется как расстояние от прямой, проходящей через точки пересечения черной дуги с линиями границ, до этой дуги (т.е. стрелка прогиба черной дуги на нормируемом участке).

Синяя и фиолетовая дуги – номинальные линии профиля (линии) зуба с учетом заданной номинальной бочкообразности, проходящие через максимальную и минимальную точки реального профиля.

Полная погрешность профиля F_α (или F_β – для линии) определяется как расстояние по вертикали между этими двумя дугами.

В случае, если задана продольная модификация линии зуба у торца, графики погрешностей линий учитывают номинальную модификацию, т.е. отклонения точек показываются от номинальной линии зуба с учетом модификации.

3.2 Контроль конического прямозубого колеса

Допускается контроль прямозубых конических колес как со стандартным исходным контуром (по ГОСТ 13754-81), так и с нестандартным исходным контуром.

3.2.1 Создание конического прямозубого колеса

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа колеса «Коническое прямозубое» на экране появится окно задания параметров колеса.

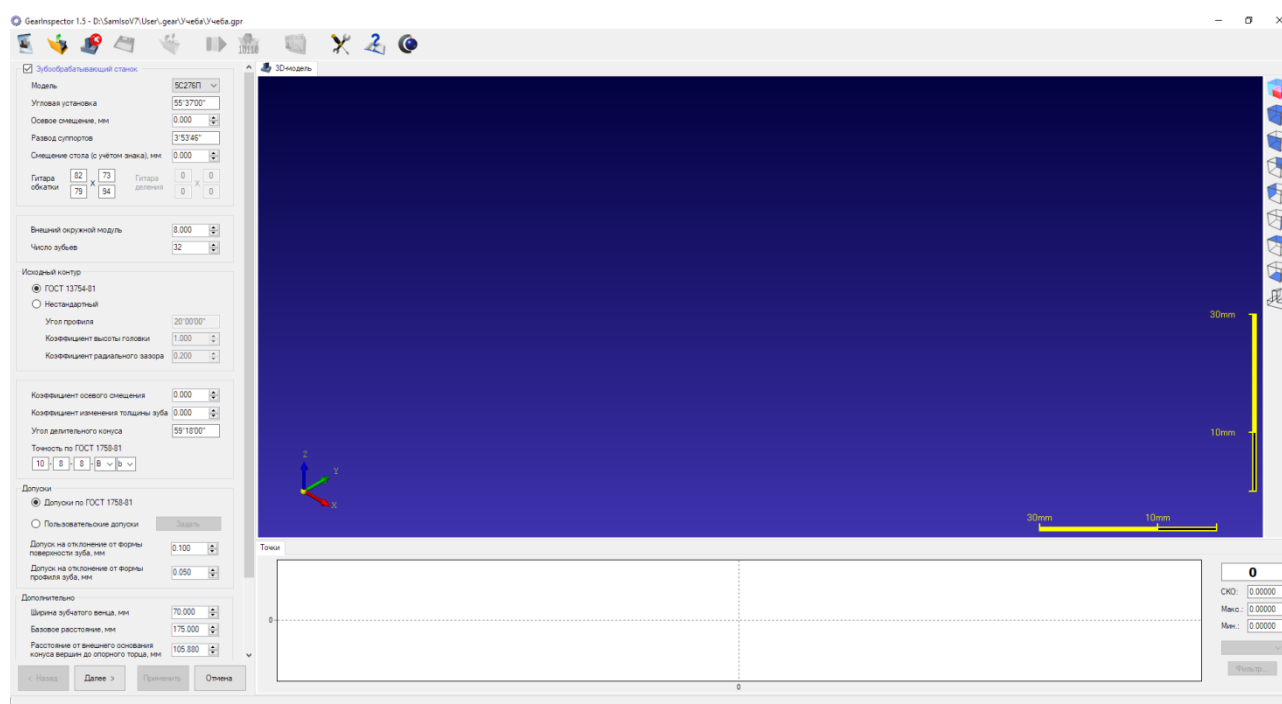


Рис. 3.2.1-1 Окно задания параметров конического прямозубого колеса

В окне задания параметров колеса отображены следующие чертежные данные:

- **Зубообрабатывающий станок** – если галочка установлена, необходимо задать наладки зубообрабатывающего станка, в противном случае математическая модель будет рассчитана только исходя из чертежных данных.
 - **Модель** – выбирается модель станка из списка. В настоящей версии реализован расчет математической модели зубчатого колеса, изготовленного на следующих типах станков: 5C276П, 5C286П, 5A250(П).
 - **Угловая установка**
 - **Осевое смещение**
 - **Развод суппортов**

- **Смещение стола (с учетом знака)**
- **Гитара обкатки**
- **Гитара деления** – задается только для станка 5A250(П)
- **Внешний окружной модуль**
- **Число зубьев**
- **Исходный контур:**
 - **ГОСТ 13754-81** – параметры исходного контура будут взяты из ГОСТа.
 - **Нестандартный** – параметры исходного контура задаются оператором:
 - **Угол профиля**
 - **Коэффициент высоты головки**
 - **Коэффициент радиального зазора**
- **Коэффициент осевого смещения**
- **Коэффициент изменения толщины зуба**
- **Угол делительного конуса**
- **Точность по ГОСТ 1758-81** – задаются в том порядке, который предписывается ГОСТом.
- **Допуски**
 - Допуски по ГОСТ 1758-81
 - Пользовательские допуски
 - Накопленная погрешность шага зубч. Колеса (лев./прав.)
 - Биение зубчатого венца
 - Наибольшее отклонение шага (лев./прав.)
 - Наибольшая разность шагов (лев./прав.)
 - Отклонение средн. делит. толщины зуба по хорде / постоянной хорды
 - Допуск на отклонение от формы поверхности зуба
 - Допуск на отклонение от профиля зуба
- **Дополнительно**
 - **Ширина зубчатого венца**
 - **Базовое расстояние**
 - **Расстояние от внешнего основания конуса вершин до опорного торца**
 - **Вал-шестерня** – признак, аналогичный цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. [3.1.1](#))
- **Рассчитывать оптим. СК по профилям (5-15 минут)** – если отмечено, будет рассчитываться положение зубчатого венца (собственная ось и сдвиг из номинального положения), которое обеспечивает минимальное среднее квадратичное отклонение (СКО) измеренных точек профилей от соответствующим образом повернутых и затем сдвинутых номинальных поверхностей зубьев. В результаты кроме упомянутых поворотов и сдвигов будут выведены координаты средней точки осей базы и зубчатого венца, минимальное расстояние и угол между этими осями. Расчет иногда довольно длительный, поэтому при отсутствии необходимости в такой информации опцию лучше сделать неактивной. По умолчанию активна.
- **Рассчитывать оптимальную СК по сеткам (5-50 минут)** – то же что предыдущий пункт но для точек сеток вместо профилей. По умолчанию неактивна т.к. измеряются только 4 сетки. Если измерять все, расчет может

длиться порядка часа, но и измерение само может занять столько же или даже больше. Расчет возможен и по четырем сеткам но результат может зависеть от выбора зубьев для измерения.

- **Термокомпенсация** – задается аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. [3.1.1](#)).

Задайте параметры колеса и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, а в правой части отобразится модель созданного колеса.

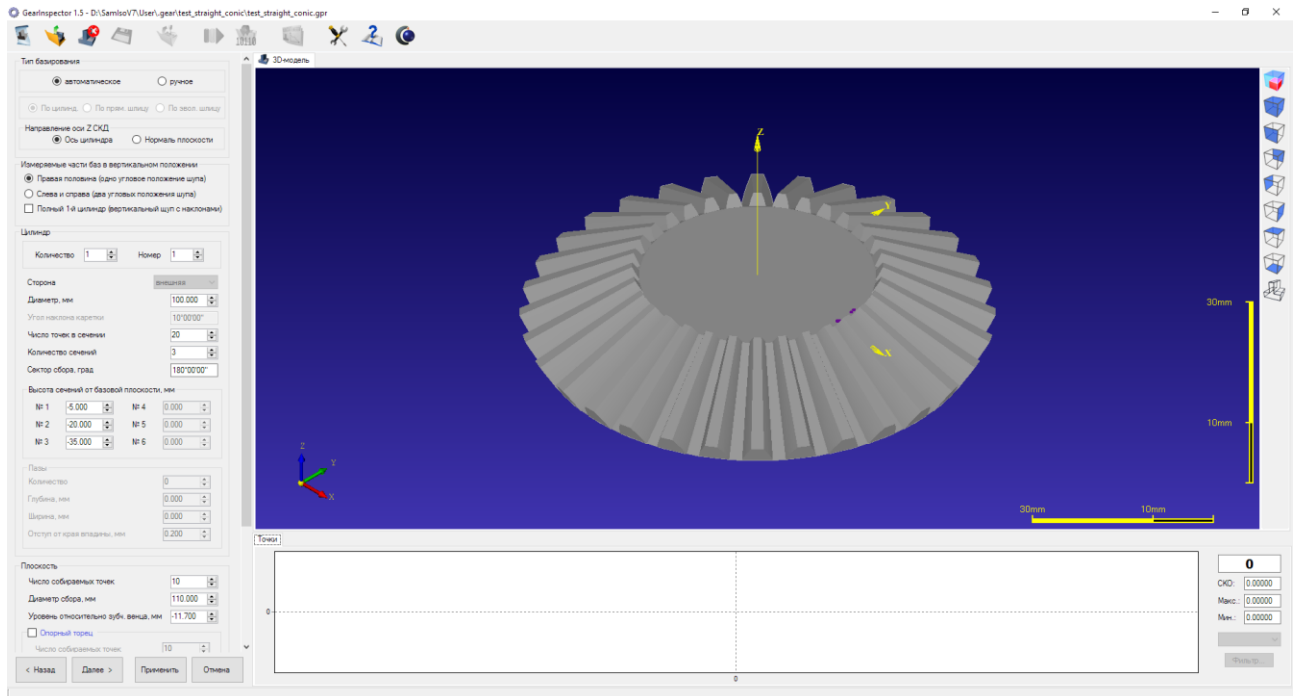


Рис. 3.2.1-2. Окно задания параметров базирования вал-шестерни

Окно задания параметров базирования почти полностью аналогично окну для цилиндрического эвольвентного колеса. Разница лишь в том, что для конического эвольвентного колеса вал-шестерни может быть выбран вариант базирования по опорному торцу, для чего нужно поставить галочку слева от надписи «Опорный торец». В этом случае с верхнего торца будут собраны 3 точки.

- **Опорный торец**
 - **Число собираемых точек**
 - **Диаметр сбора**
 - **Сектор сбора, град** – задается в пределах от 30° до 180°. Для вал-шестерни, измеряемой в вертикальном положении, если задано измерение базовых элементов с двух сторон, каждая сторона плоскости будет измерена в заданном секторе.
 - **Угол наклона каретки, град** – задается только для 1-го полного цилиндра вал-шестерни, измеряемой в вертикальном положении.

Для обычного конического эвольвентного колеса (не вал-шестерни) параметры измерения опорного торца и верхней торцевой плоскости не задаются. Верхняя

торцевая плоскость не измеряется. Опорный торец всегда измеряется вручную. Вид окна задания параметров базирования показан на рис. [3.2.1-3а](#).

ВНИМАНИЕ! Уровни сечений для измерения базового цилиндра задаются от опорного торца для обычного колеса, а в случае вал-шестерни от верхней торцевой плоскости!

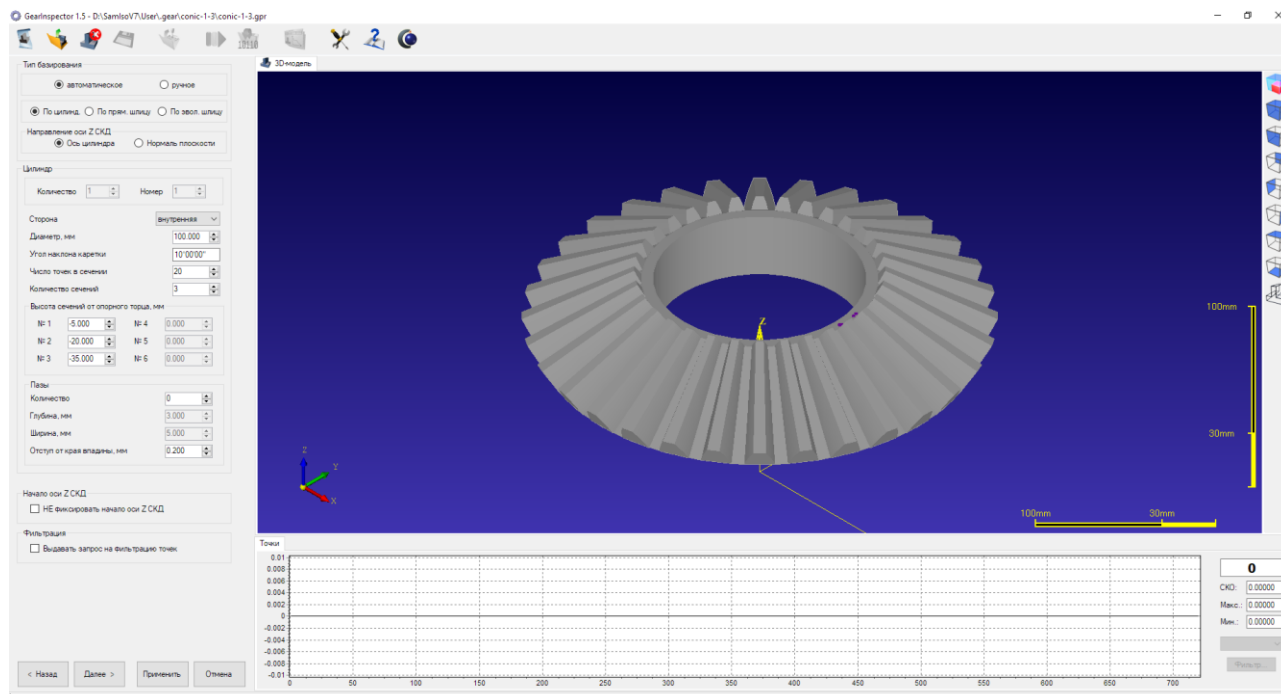


Рис. 3.2.1-3а Окно задания параметров базирования колеса

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окну для цилиндрического эвольвентного колеса.

Появился новый параметр: «НЕ фиксировать начало оси Z СКД». Его нужно отметить в том случае, если не удаётся точно измерить опорный торец шестерни. Например, шестерня лежит на столе КИМ и базировка происходит по столу.

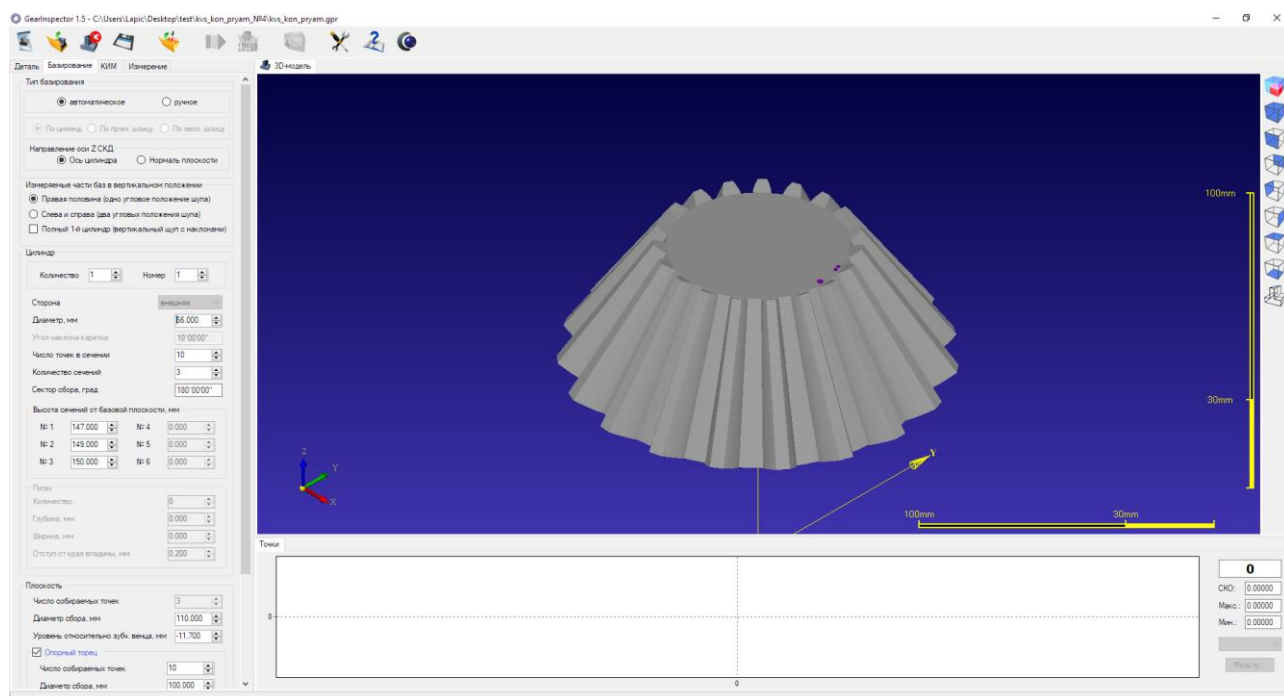


Рис. 3.2.1-36 Окно задания параметров базирования вал-шестерни

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения колеса, почти полностью аналогичное окну для цилиндрического эвольвентного колеса.

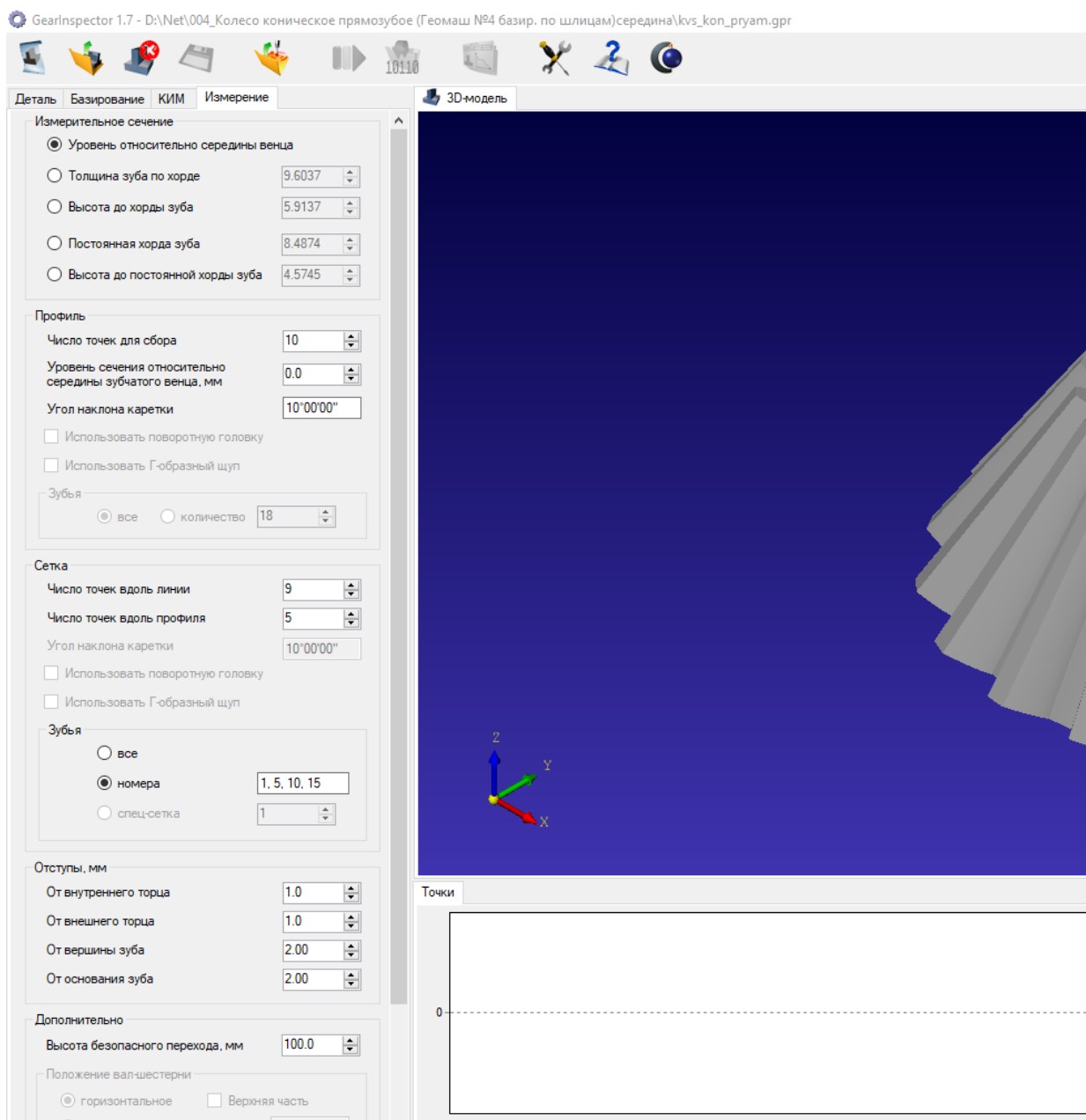


Рис. 3.2.1-4 Окно задания параметров измерения колеса

Отличие от окна параметров измерения для цилиндрического эвольвентного колеса заключается в том, что задаются параметры измерения сетки, а не линии зуба. Также не задается угол наклона каретки при измерении сетки. Вверху окна добавляется панель способа задания измерительного сечения. Если активна кнопка «Уровень относительно середины венца» (по умолчанию) или «Постоянная хорда зуба», то уровень сечения относительно середины венца можно задать непосредственно также и там же, как и для цилиндрического зубчатого колеса. Разница между этими кнопками только в способе вывода результатов измерения (в первом случае отклонения толщины зуба по хорде в измерительном сечении, во втором внешней постоянной хорды зуба). Если активна одна из средних 2-х кнопок, то в активное окно справа от неё необходимо ввести из чертежа значение соответственно толщины зуба по хорде в измерительном сечении или высоты до хорды зуба. После ввода всех параметров измерения и нажатия кнопки «Применить» введенное значение будет пересчитано в смещение относительно середины венца, которое будет выведено на своё место. Обычно в чертеже

измерительное сечение указано явно индексом хорды или высоты до неё или словами «Измерительное сечение» с указателем, но если не указано, то можно ввести его через хорду или высоту до неё. Если измерительное сечение внешнее (чаще всего это так) то рекомендуется соответствующий сдвиг (минус половина ширины зубчатого венца) уменьшить по модулю, например на 0,3-1 мм. Иногда это вынужденно ввиду наличия фасок или скруглений на внешних кромках зубьев, но даже если их нет, измерение острых кромок имеет специфику, и появляется вероятность внесения дополнительных погрешностей. Если всё же решено измерять острые кромки, следует использовать щуп по возможности большего диаметра. Все измерения одного проекта должны иметь одинаковое положение измерительного сечения. Если необходимо измерять в различных сечениях, для каждого следует использовать отдельный проект.

- **Профиль**
 - **Число точек для сбора**
 - **Уровень сечения относительно середины зубчатого венца** – середина зубчатого венца считается за ноль. Положительному значению соответствует уровень ближе к внутреннему торцу.
 - **Угол наклона каретки**
- **Сетка** – точки для измерения сетки рассчитываются исходя из величин всех отступов.
 - **Число точек вдоль линии**
 - **Число точек вдоль профиля**
 - **Угол наклона каретки**
 - **Зубья**
 - Все
 - Номера
 - Спец-сетка
- **Отступы** – задайте отступы при измерении, если не собираются точки.
 - **От внутреннего торца**
 - **От внешнего торца**
 - **От вершины зуба**
 - **От основания зуба**
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**
 - **Положение вал-шестерни**
 - Горизонтальное
 - Верхняя часть
 - Вертикальное
 - Под углом
- **Измерять профиль/линии/сетки отдельно**
- **Метод измерения (точечный или сканирование)** – аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. [3.1.1](#))

ВНИМАНИЕ! Разрешены (+) только следующие варианты режима сканирования.

Тип детали	Элемент измерения	Без обратной связи		С обратной связью (по отдельным зубьям)
		Один проход	Двойной проход (по отдельным зубьям)	
Шестерня	Профиль	+	запрещено	запрещено
	Сетка	+	запрещено	запрещено
Колесо	Профиль	+	запрещено	запрещено
	Сетка	+	+	запрещено

ВНИМАНИЕ! Сканирование профиля с использованием наклона каретки снижает точность измерения пропорционально углу наклона каретки. Поэтому режим сканирования профиля зуба без потери точности возможно применять только без наклона каретки.

Если при одинарном сканировании без обратной связи точки с сетки собираются не со всей заданной поверхности детали, то рекомендуется использовать двойной проход. При этом величину заглабления 2 можно задать равной величине заглабления.

Если при одинарном сканировании без обратной связи происходит останов по аварии щупа, то рекомендуется уменьшить величину заглабления и применить двойной проход.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.2.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчёт погрешностей.

3.2.2 Измерение конического прямозубого колеса

ВНИМАНИЕ! Все параметры колеса, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и

нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector»



Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Зубчатое колесо устанавливается на рабочем столе так, чтобы ось делительного конуса была направлена вверх, а предполагаемая вершина конуса должна находиться выше детали. Обе плоскости обреза зубчатого венца (по которым конус вершин пересекает дополнительные конусы) окажутся приблизительно параллельны плоскости XY системы координат машины (СКМ), т.е. рабочему столу. Строго соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. Если на базовом цилиндре колеса есть шлицевые пазы, то один из пазов следует ориентировать следующим образом: ось OX СКМ проходит (приблизительно) через центр паза.

Система координат детали

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z совпадает с осью вращения зубчатого колеса (ЗК). Если не задана базировка по опорному торцу, то плоскость XY совпадает с плоскостью, проходящей по верхушкам зубьев внутреннего зубчатого венца, т.е. плоскостью окружности, по которой пересекается конус вершин с внутренним дополнительным (торцевым) конусом. Если задана базировка по опорному торцу, то плоскость XY совпадает с ним. Ось X проходит через центр некоторой, заранее выбранной впадины (приблизительно в направлении оси X СКМ).

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы, если в GearInspector был установлен флаг *Автоматическое базирование*. DMIS-программа попросит в случае использования поворотной щуповой головки Renishaw повернуть ее или нет. В случае выбора поворота щуповая головка будет повернута в положение $A=90^\circ$, $B=180^\circ$. Предварительно это угловое положение должно быть откалибровано. Затем производится сбор точек с опорного торца в ручном режиме. При отсутствии возможности измерения опорного торца (деталь на нем лежит) возможно

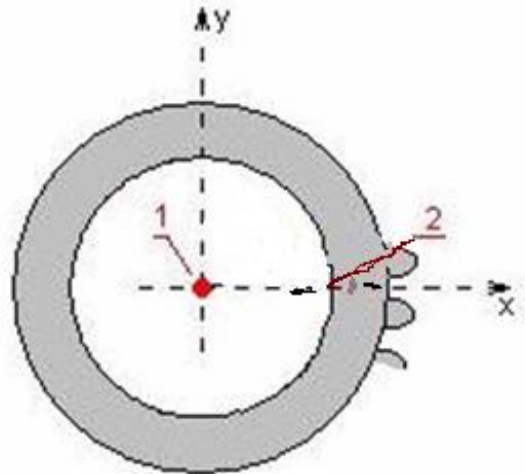


Рис. 3.2.2-1 Начальная установка щупа при базировании

использование стола КИМ или УСП, на котором лежит деталь. После сбора щуп должен

быть отведен от детали на безопасное

расстояние (например, выше детали на расстояние, достаточное для поворота щуповой головки в нулевое положение). DMIS-программа попросит пользователя выбрать один из двух вариантов базирования. В одном случае (1 на рис. [3.2.2-1](#)), базировка стартует, когда щуп находится над центром базового отверстия (в 1-2 мм

по высоте над базовой (или верхней торцевой) плоскостью). В другом (2 на рис. 3.2.2-1) – над правым краем базового цилиндра, в направлении оси ОХ СКМ, проведенной через центр базового отверстия. Если есть пазы, то щуп следует устанавливать таким образом, чтобы координата по Y его центра примерно совпадала с координатой по Y центра некоторого паза.

Процесс базирования проходит в несколько этапов:

- «Грубая» базировка по пазам (если они есть) – собирается несколько точек с впадин, вершин и стенок 2-х пазов, разнесенных примерно на 90°
- «Грубая» базировка по цилиндру – собирается несколько точек с базового цилиндра для приблизительного определения местоположения его оси в пространстве. Сбор происходит с учетом расположения пазов (если они есть)

Замечание. «Грубая» базировка проходит с увеличенными расстояниями отхода (задаются в Параметрах измерения)

- Точная базировка по цилиндру – определение оси ОZ СКД
- Базирование по азимуту – установка оси ОХ СКД

При базировании по азимуту программа попросит оператора выставить щуп над одной из впадин, через которую, предположительно проходит ось ОХ СКМ в положительном направлении (см. рис. 3.2.2-2). Причем желательно, чтобы центр щупа лежал на линии, проходящей через центр впадины.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Если по какой-либо причине базирование было прервано на некотором этапе, то, перезапустив программу, оператору будет предложено продолжить базирование с прерванного этапа.

Базирование при помощи ручного режима системы Samiso

Базирование при помощи системы Samiso производится аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу.

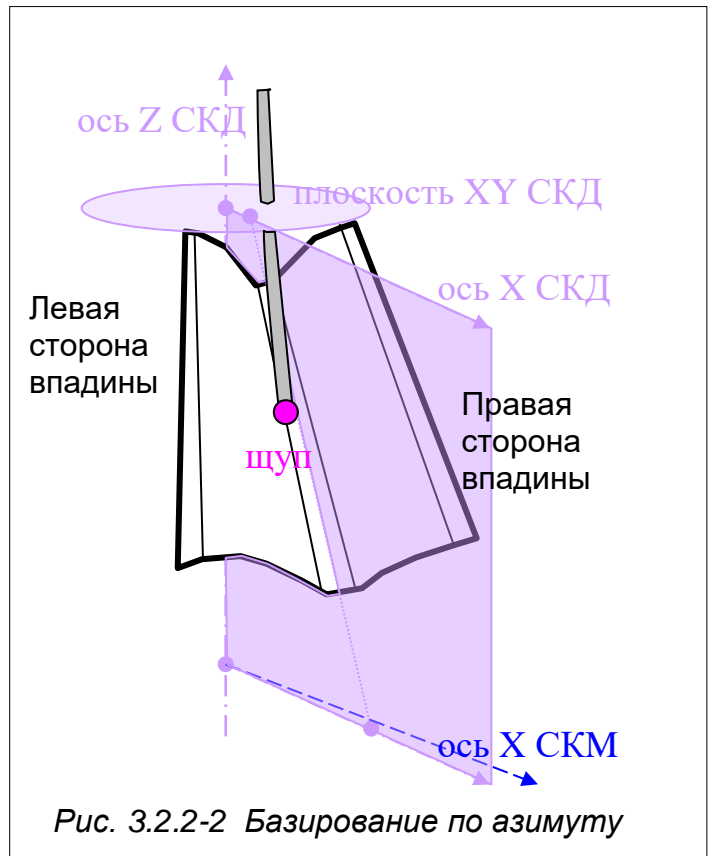


Рис. 3.2.2-2 Базирование по азимуту

Измерение

DMIS-программа последовательно производит следующие измерения:

- 1) **Измерение профиля, шага, биения** – сбор точек с профилей зубьев, для последующего определения погрешности профиля, радиального биения, погрешности шагов.

- 2) **Измерение сетки** – сбор точек с поверхностей впадин, для последующего определения погрешностей формы.

Если в окне параметров измерения колеса был установлен признак **«Измерять профили/сетки/линии отдельно»**, то для **Измерения профиля, шага, биения и Измерения сетки** программа выдаст отдельные запросы, т.е. в этом случае можно осуществить оба вида измерений последовательно, либо какой-либо один из них.

Если по какой-либо причине измерение было прервано на этапе измерения профиля или сетки, то при повторном запуске программы измерений оператору будет предложено продолжить измерение с той впадины, на которой прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «OK».

3.2.3 Просмотр результатов измерения конического прямозубого колеса

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки) (см. рис. [3.2.3-1](#)).

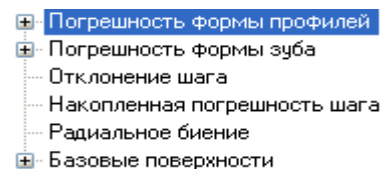


Рис. 3.2.3-1 Результаты расчета

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и в дополнении, если это окно относится к графику – график (см. рис. [3.2.3-2](#)). Также выводится гистограмма отклонений измеренных точек профиля (или сетки) (см. рис. [3.2.3-3](#)).

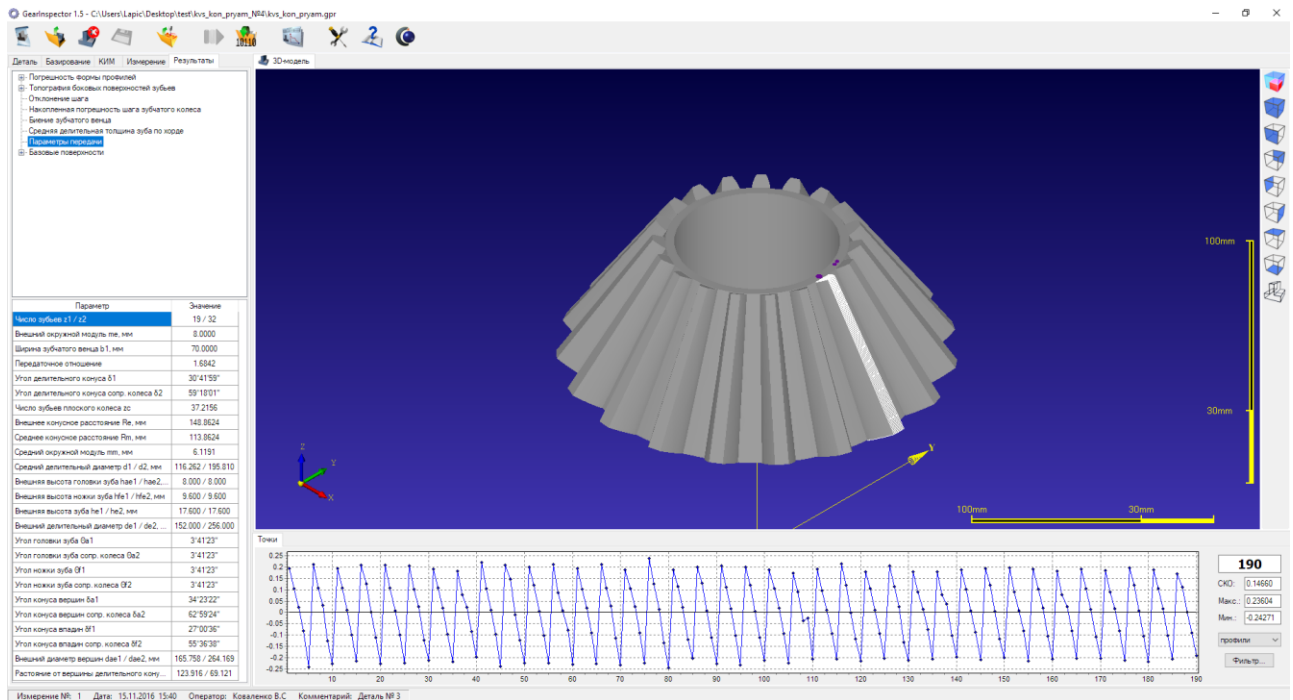


Рис. 3.2.3-2 Табличное и графическое отображение результатов расчета

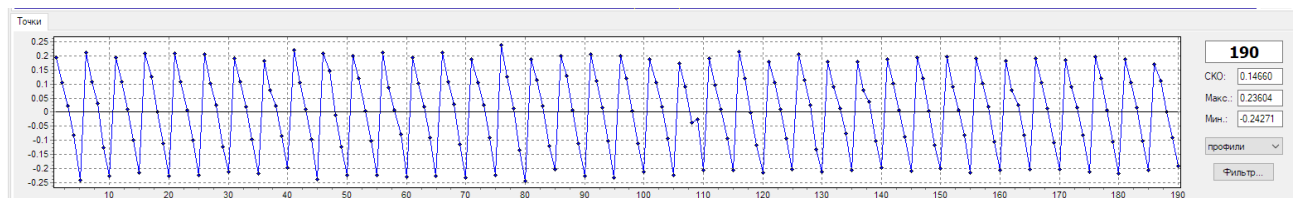


Рис. 3.2.3-3 Гистограмма отклонений измеренных точек профиля (сетки)

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Отклонение шага, накопленная погрешность шага зубчатого колеса, разность соседних шагов, биение зубчатого венца и делительная толщина зуба по хорде в измерительном сечении выводятся в виде графиков-гистограмм. Если в панели «Способ задания измерительного сечения и вывода результатов» вкладки «Измерение» отмечена кнопка «Внешняя постоянная хорда зуба», то вместо номиналов, отклонений, допусков и графиков делительной толщины зуба по хорде в измерительном сечении во вкладку «Результаты» и в отчет выводятся соответствующие величины для **внешней** постоянной хорды зуба. Поэтому отмечать эту кнопку следует вместе со сдвигом сечения, в котором шестерня будет измеряться, в район внешнего торца зубчатого венца. Если этого не сделано, и шестерня измерена например посередине, то все равно отклонения будут приведены к внешнему сечению (т.е. измерительное сечение останется **внешним** т.к. ГОСТ 19624-74 определяет номинал только для **внешней** постоянной хорды зуба), но реально они будут характеризовать положение дел в середине зубчатого венца. Если кнопка «Внешняя постоянная хорда зуба» не отмечена, результаты измерения толщины зуба будут выводиться везде для толщины зуба по хорде в измерительном сечении и будут относиться к тому сечению, в котором зубья реально измерялись, т.е. которое указано на вкладке «Измерение» в поле «Уровень изм. сечения относительно середины зубчатого венца».

Также выводятся погрешности формы зуба. Могут быть выведены как абсолютные отклонения от номинальной формы зуба с учетом реальной толщины зуба, так и

отклонения от номинальной формы зуба без учета реальной толщины зуба. Также могут быть выведены отклонения от формы зуба эталонного колеса (если сетка для предыдущего измеренного колеса с теми же параметрами была сделана эталонной по нажатию соответствующей кнопки).

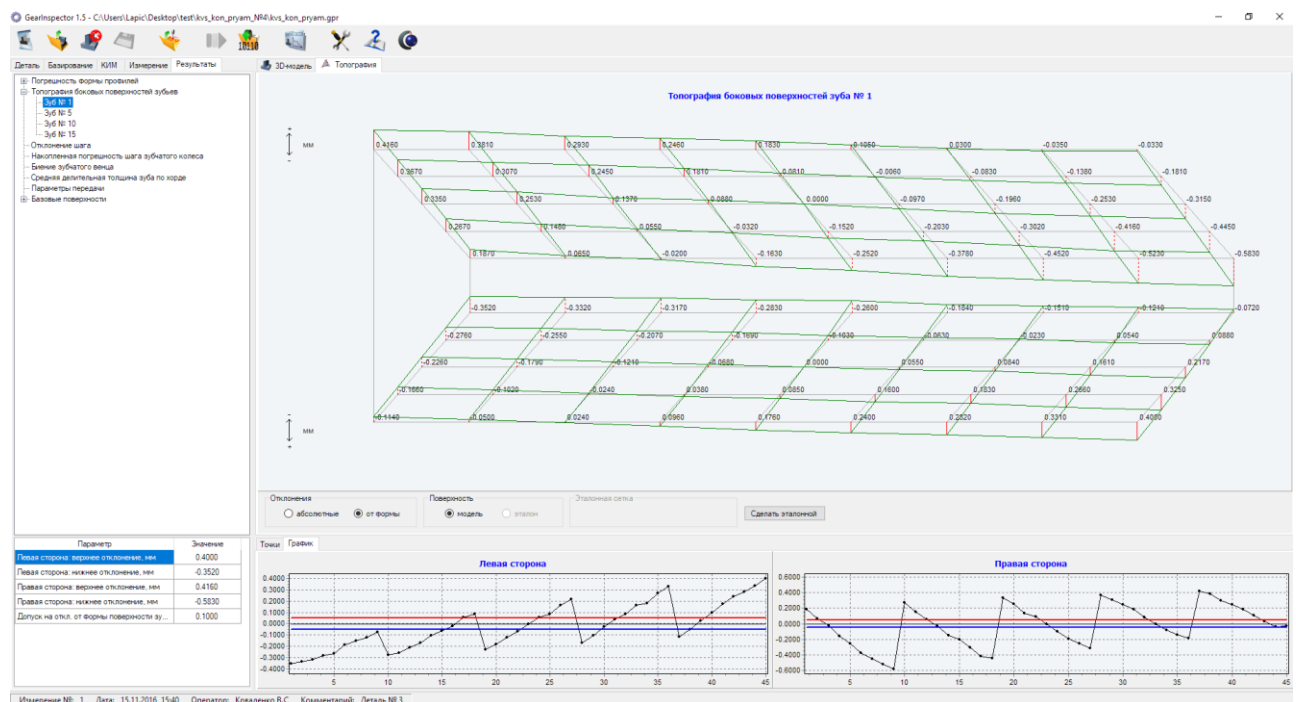


Рис. 3.2.3-4 График погрешностей формы зуба

Так же присутствует раздельное отображение точек в графиках и на 3D по профилям/линиям – см. рис. [3.2.3-5](#)

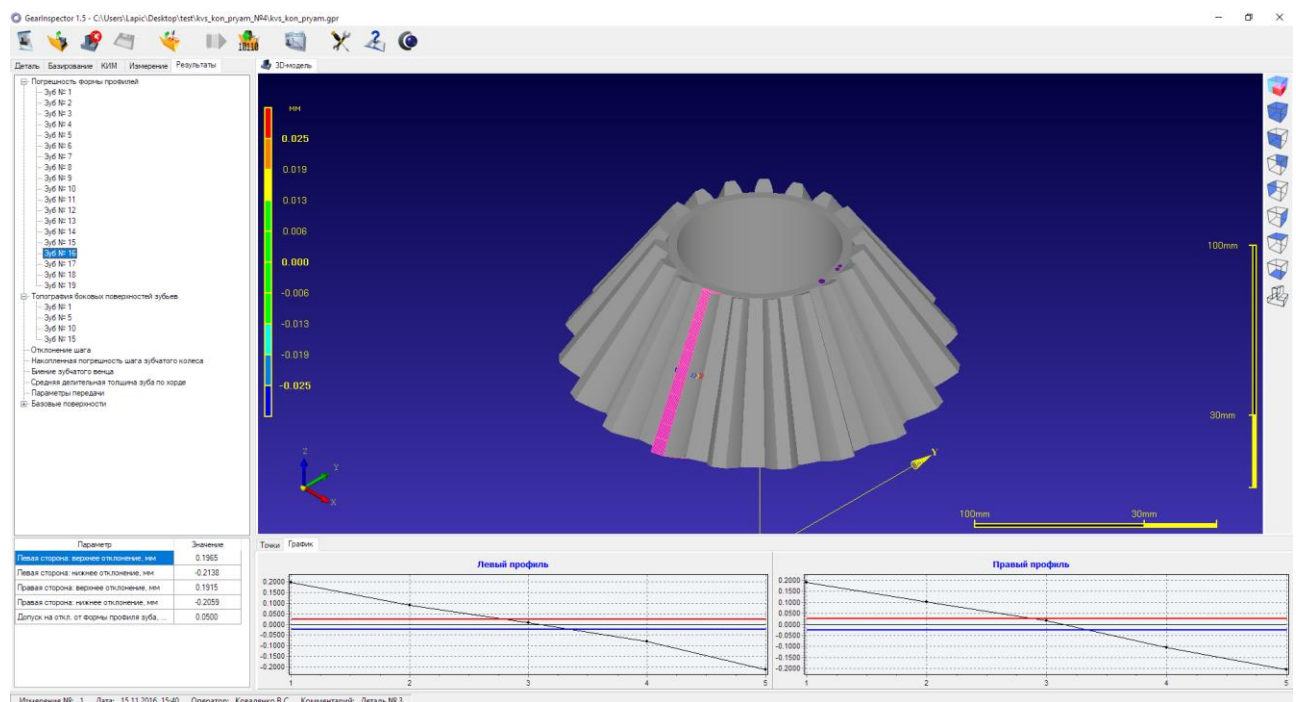


Рис. 3.2.3-5 Отображение точек в графиках и на 3D модели

3.2.4 Отчет по результатам измерения конического прямозубого колеса

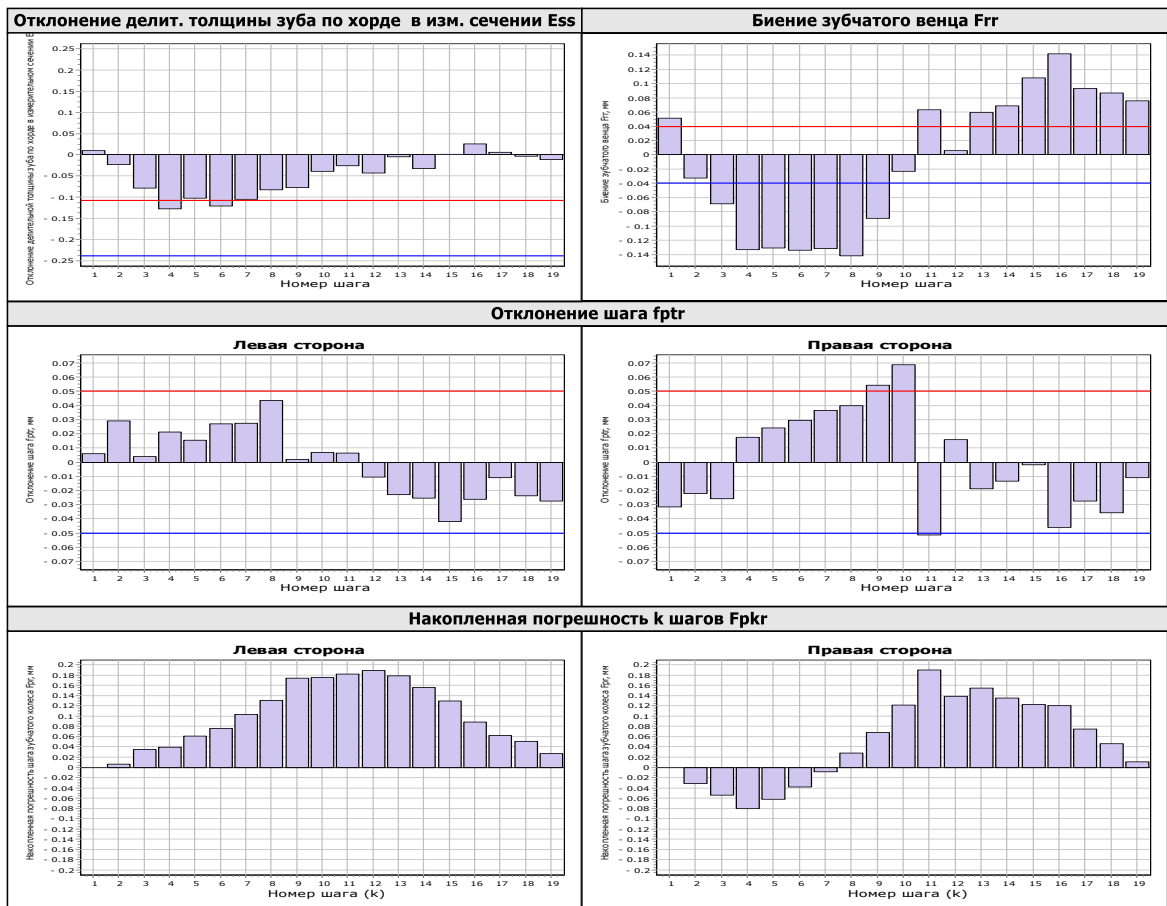
Если в метрологическом программном комплексе SamIso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.2.4-1](#).

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Прямозубое коническое зубчатое колесо	
		Чертеж: kvs_kon_pryam	Щуп: TP200 / 1.994 мм
КИМ-1200 № 74	15.11.2016 15:40 Комментарий:	Проект: kvs_kon_pryam	Температура: 21.7 °C Измерение №: 1

Параметры		Базовый цилиндр	
Внешний окружной модуль те	8.000	Диаметр, мм	66.079
Число зубьев z	19	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.007
Угол профиля α	20°00'00"	Цилиндричность, мм	0.026
Коэффициент осевого смещения хе	0.000	Базовая плоскость (опорный торец)	
Коэффициент изменения толщины зуба хт	0.000		
Угол делительного конуса δ	30°42'00"	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.000
Степень точности по ГОСТ 1758-81	10-8-8-B	Плоскостность, мм	0.000
Базовое расстояние, мм	225.000	Биеение относительно базового цилиндра, мм	0.071
Делит. толщина зуба по хорде в изм. сеч. S, мм	9.604		

Показатели точности по ГОСТ 1758-81		Допуск, мм по ГОСТ 1758-81	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Накопленная погрешность шага зубч. колеса (лев./прав.)	Fpr	-	0.189 / 0.270	- / -	- / -
Биеение зубчатого венца	Frr	0.080	0.284	0.204	100+
Наибольшее отклонение шага (лев./прав.)	fptr	0.050	0.044 / 0.069	- / 0.019	88 / 100+
Наибольшая разность шагов (лев./прав.)	fvPtr	0.080	0.086 / 0.120	0.006 / 0.040	100+ / 100+
Отклонение делительной толщины зуба по хорде в изм. с	Ess	-0.108 / -0.238	-0.044	0.064	100+



Оператор: _____ (Подпись)

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Прямозубое коническое зубчатое колесо	
		Чертеж: kvs_kon_pryam	Щуп: TP200 / 1.994 мм
КИМ-1200 № 74	15.11.2016 15:40	Проект: kvs_kon_pryam	Температура: 21.7 °C
Комментарий:		Измерение №: 1	

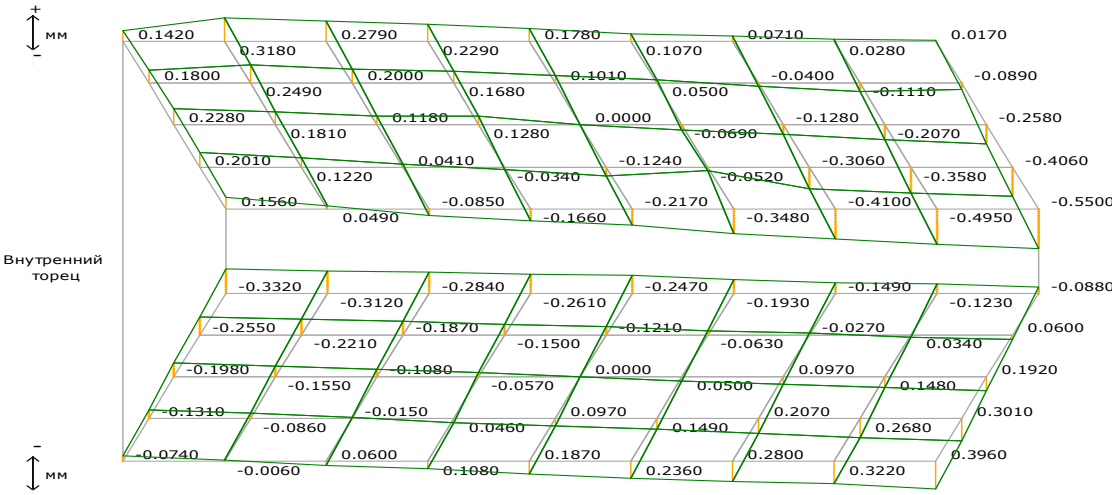


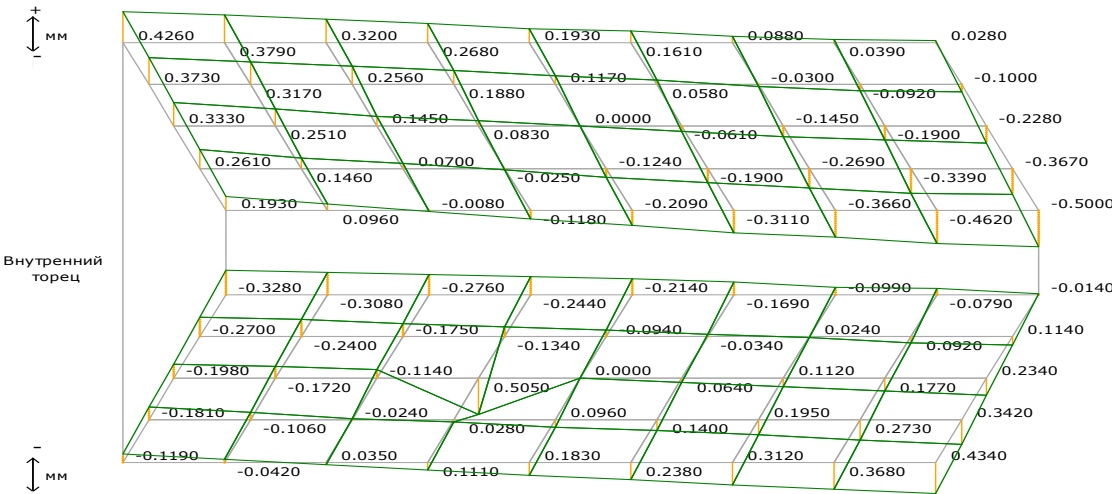
Зуб № 1 (отклонения формы от модели)				
Показатели точности	Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Макс. откл. от формы поверх. левой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.400 / -0.352	0.350 / 0.302	100+ / 100+
Макс. откл. от формы поверх. правой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.416 / -0.583	0.366 / 0.533	100+ / 100+

Зуб № 5 (отклонения формы от модели)				
Показатели точности	Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Макс. откл. от формы поверх. левой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.439 / -0.311	0.389 / 0.261	100+ / 100+
Макс. откл. от формы поверх. правой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.428 / -0.490	0.378 / 0.440	100+ / 100+

Оператор: _____

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Прямозубое коническое зубчатое колесо		
		Чертеж: kvs_kon_pryam	Щуп: TP200 / 1.994 мм	
КИМ-1200	15.11.2016 15:40	Проект: kvs_kon_pryam	Температура: 21.7 °C	
№ 74	Комментарий:		Измерение №: 1	

Зуб № 10 (отклонения формы от модели)				
				
Левая сторона				
Показатели точности	Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Макс. откл. от формы поверх. левой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.396 / -0.332	0.346 / 0.282	100+ / 100+
Макс. откл. от формы поверх. правой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.318 / -0.550	0.268 / 0.500	100+ / 100+

Зуб № 15 (отклонения формы от модели)				
				
Левая сторона				
Показатели точности	Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Макс. откл. от формы поверх. левой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.505 / -0.328	0.455 / 0.278	100+ / 100+
Макс. откл. от формы поверх. правой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.426 / -0.500	0.376 / 0.450	100+ / 100+

Оператор: _____

Page 3 of 3

(Подпись)

Рис. 3.2.4-1 Пример отчета по результатам измерений конического прямозубого колеса

Отчет по результатам измерений конического прямозубого колеса почти полностью аналогичен отчету для цилиндрического эвольвентного колеса.

Различия состоят в форме представления отклонений от допуска, наличии графиков отклонений от номинальной формы зуба.

3.3 Контроль конического колеса с круговым зубом

Допускается контроль конических колес с круговым зубом с любой осевой формой зуба.

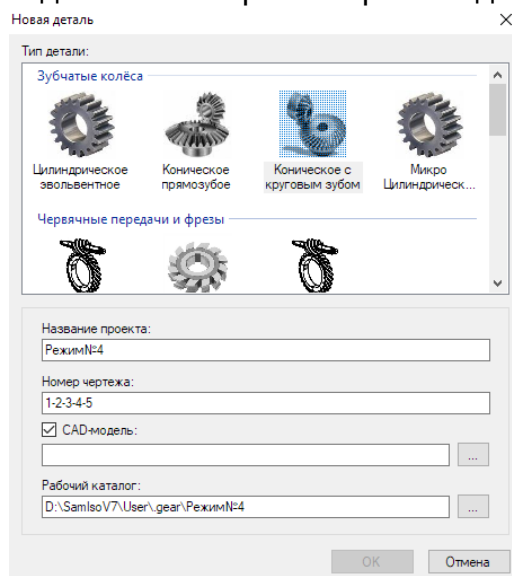
3.3.1 Создание конического колеса с круговым зубом

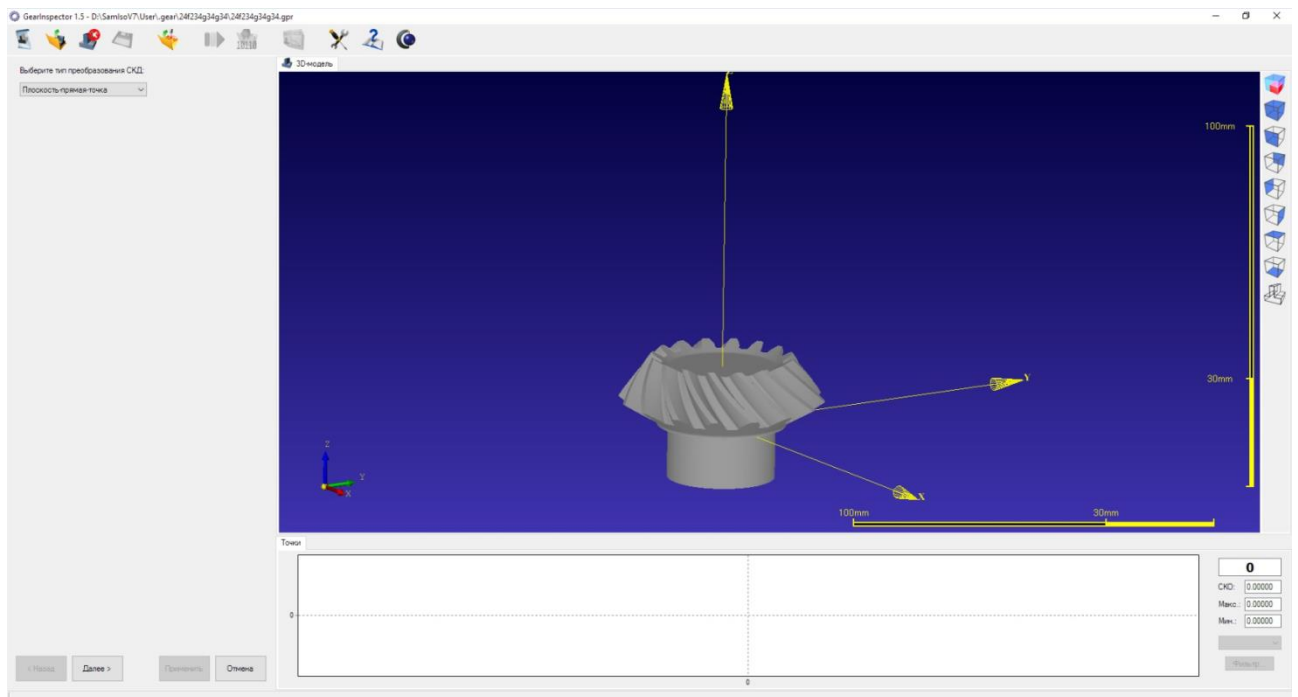
В данной версии программы реализовано четыре режима измерения конических зубчатых колёс и шестерён с круговым зубом:

- *Режим №1.* Измерение деталей, изготовленных на станке СЗТЗС (Саратовский Завод Тяжелых Зуборезных Станков) модели 5С280П. Для этого режима необходимо знать наладки данного станка.
- *Режим №2.* Измерение деталей, изготовленных на станке фирмы «Gleason». Для этого режима необходимо иметь файлы с поверхностью шестерни – так называемая «сетка фирмы «Gleason».
- *Режим №3.* Измерение деталей, для которых существует эталонная пара.
- *Режим №4.* Измерение деталей, для которых существует CAD-модель.

Подробнее о режиме №3. Этот режим следует использовать, если в наличии имеется эталонная пара (колесо и шестерня), которые удовлетворяют заказчика по необходимым критериям. Также необходимо иметь чертежи на эти детали. По чертежу программа измерения позволяет построить мат-модель, которая описывает реальные детали только приблизительно. Поэтому необходимо собрать точки с эталонной шестерни, чтобы уточнить форму поверхности зуба. После уточнения поверхности зуба проводятся измерения требуемых деталей.

Подробнее о режиме №4. Режим реализуется, когда в окне создания детали ставится галочка «CAD - модель» и выбирается файл содержащий CAD-модель.





Надо преобразовать оси так, чтобы ось Z совпадала с осью базового цилиндра, направленная в сторону вершины конуса. Начало по Z должно быть на опорном торце (как показано на скриншоте). Начало по X и Y на оси цилиндра. Процедура подробно описана в руководстве оператора по работе с системой Samlso, п. 4.7.11.1.

Перед началом измерений необходимо:

1. Подготовить чертежи для измеряемых деталей (желательно, выполненных по ГОСТ 2.405-75)
2. Подготовить карту наладок станка, если измерение планируется в режиме №1.
3. Подготовить файл с сеткой фирмы «Gleason», если измерение планируется в режиме №2.
4. Подготовить эталонную шестерню и/или колесо, которое удовлетворяет необходимым критериям точности, если измерение планируется в режиме №3.
5. Установить на КИМ поворотную головку фирмы «Renishaw».
6. Откалибровать щуп в вертикальном положении ($A=0^\circ$, $B=0^\circ$). Длина щупа должна быть достаточной, чтобы измерить деталь. Для измерения вал-шестерни необходимо дополнительно откалибровать щуп в положении ($A=90^\circ$, $B=180^\circ$).
7. Очистить измеряемые детали от грязи и масла. Помимо поверхностей зубьев, необходимо очистить базовые поверхности измеряемой детали.
8. Установить деталь в центр рабочей зоны КИМ. Колесо необходимо установить так, чтобы его ось проходила вертикально вверх. Вал-шестерню можно расположить горизонтально или вертикально в зависимости от её размеров.

Запустите программу «GearInspector» и нажмите кнопку «Новая деталь». В окне выбора типа детали (см. рис. [2.1.1-1](#)) необходимо выбрать «Коническое с круговым зубом». После этого на экране появится окно задания параметров колеса (см. рис. [3.3.1-1](#)).

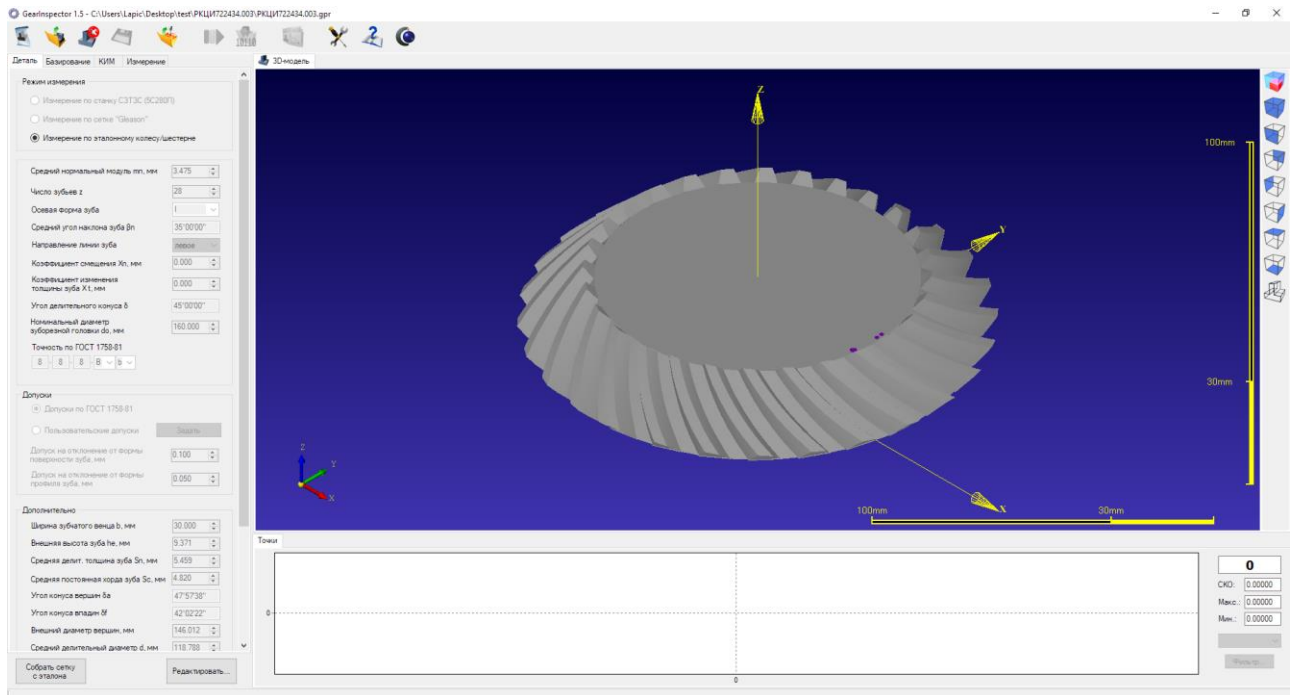


Рис. 3.3.1-1 Окно задания параметров конического колеса с круговым зубом

Рассмотрим более подробно элементы этого окна.

- **Режим измерения** – выбирается режим измерения детали: «Измерение по станку СТЗТЗС (5С280П)», «Измерение по сетке «Gleason»», «Измерение по эталонному колесу/шестерне», «Измерение по CAD-модели».
- **Сетка «Gleason»** (доступно только в режиме №2) – панель для загрузки сетки фирмы «Gleason».
- **CAD-модель** (доступно только в режиме №4) – панель для загрузки данных из CAD-модели.
 - **Отступ от внутреннего торца** – CAD-модель может иметь некоторые срезы и поэтому для построения прямоугольной сетки необходим этот и другие отступы.
 - **Отступ от внешнего торца**
 - **Отступ от вершины зуба**
 - **Отступ от основания зуба**
- **Зубообрабатывающий станок** (доступно только в режиме №1)
 - **Модель** – указана модель станка: 5С280П
 - **Двусторонний режим** – определяет, нарезались ли обе стороны зуба (выпуклая и вогнутая) с одними и теми же наладками, если галочка снята, наладки необходимо задать отдельно для выпуклой и отдельно для вогнутой стороны зуба
 - **Сторона** – переключает редактирование наладок для выпуклой и вогнутой сторон зуба, если колесо было изготовлено не в двустороннем режиме
 - **Угловая установка бабки**
 - **Начальное гипоидное смещение**
 - **Начальное смещение стола**
 - **Осевое смещение**
 - **Угол эксцентрика**
 - **Угол люльки**
 - **Отношение обкатки**

- Гитара обкатки
- Резцовая головка
 - Номинальный диаметр – доступен для изменения только если снята галочка с «Параметры инструмента»
 - Номер резца – доступен для изменения только если снята галочка с «Параметры инструмента»
 - Развод резцов – доступен для изменения только если снята галочка с «Параметры инструмента»
- Параметры инструмента – задаются как альтернатива параметрам «Номинальный диаметр», «Номер резца», «Развод резцов»
 - Образующий радиус
 - Угол профиля
- Средний нормальный модуль
- Число зубьев (недоступно в режиме №2)
- Осевая форма зуба
- Средний угол наклона зуба
- Направление линии зуба – левое или правое
- Коэффициент смещения (доступно только в режиме №3)
- Коэффициент изменения толщины зуба
- Угол делительного конуса
- Номинальный диаметр зуборезной головки
- Точность по ГОСТ 1758-81 – задаются в том порядке, который предписывается ГОСТом.
- Допуски
 - Допуски по ГОСТ 1758-81
 - Пользовательские допуски
 - Накопленная погрешность шага зубч. колеса
 - Биение зубчатого венца
 - Наибольшее отклонение шага (лев./прав.)
 - Наибольшая разность шагов (лев./прав.)
 - Отклонение средн. делит. толщины зуба по хорде
 - Отклонение средн. постоянной хорды
 - Допуск на отклонение от формы поверхности зуба
 - Допуск на отклонение от формы профиля зуба
- Дополнительно
 - Ширина зубчатого венца
 - Внешняя высота зуба
 - Средняя нормальная толщина зуба (недоступно в режиме №1)
 - Средняя постоянная хорда
 - Угол конуса вершин
 - Угол конуса впадин (недоступно в режиме №1)
 - Внешний диаметр вершин
 - Средний делительный диаметр
 - Внешнее конусное расстояние
 - Базовое расстояние
 - Расстояние от внешнего основания конуса вершин до опорного торца
 - Вал-шестерня – признак, аналогичный цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. 3.1.1).

- **Рассчитывать оптим. СК по профилям (5-15 минут)** – если отмечено, будет рассчитываться положение зубчатого венца (собственная ось и сдвиг из номинального положения), которое обеспечивает минимальное среднее квадратичное отклонение (СКО) измеренных точек профилей от соответствующим образом повернутых и затем сдвинутых номинальных поверхностей зубьев. В результаты кроме упомянутых поворотов и сдвигов будут выведены координаты средней точки осей базы и зубчатого венца, минимальное расстояние и угол между этими осями. Расчет иногда довольно длительный, поэтому при отсутствии необходимости в такой информации опцию лучше сделать неактивной. По умолчанию активна.
- **Рассчитывать оптимальную СК по сеткам (5-50 минут)** – то же что предыдущий пункт но для точек сеток вместо профилей. По умолчанию неактивна т.к. измеряются только 4 сетки. Если измерять все, расчет может длиться порядка часа, но и измерение само может занять столько же или даже больше. Расчет возможен и по четырем сеткам но результат может зависеть от выбора зубьев для измерения.
- **Термокомпенсация** – задается аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. [3.1.1](#)).

Задайте параметры колеса и нажмите кнопку «Далее».

Если построение математической модели пройдет успешно, то в левой части экрана появится окно задания параметров базирования, а в правой части отобразится модель созданного колеса (см. рис. [3.3.1-2](#)). В случае ошибки построения математической модели появится сообщение об ошибке. В этом случае необходимо проверить все введенные параметры. Если выбран режим №3, то математическая модель отобразится полупрозрачной.

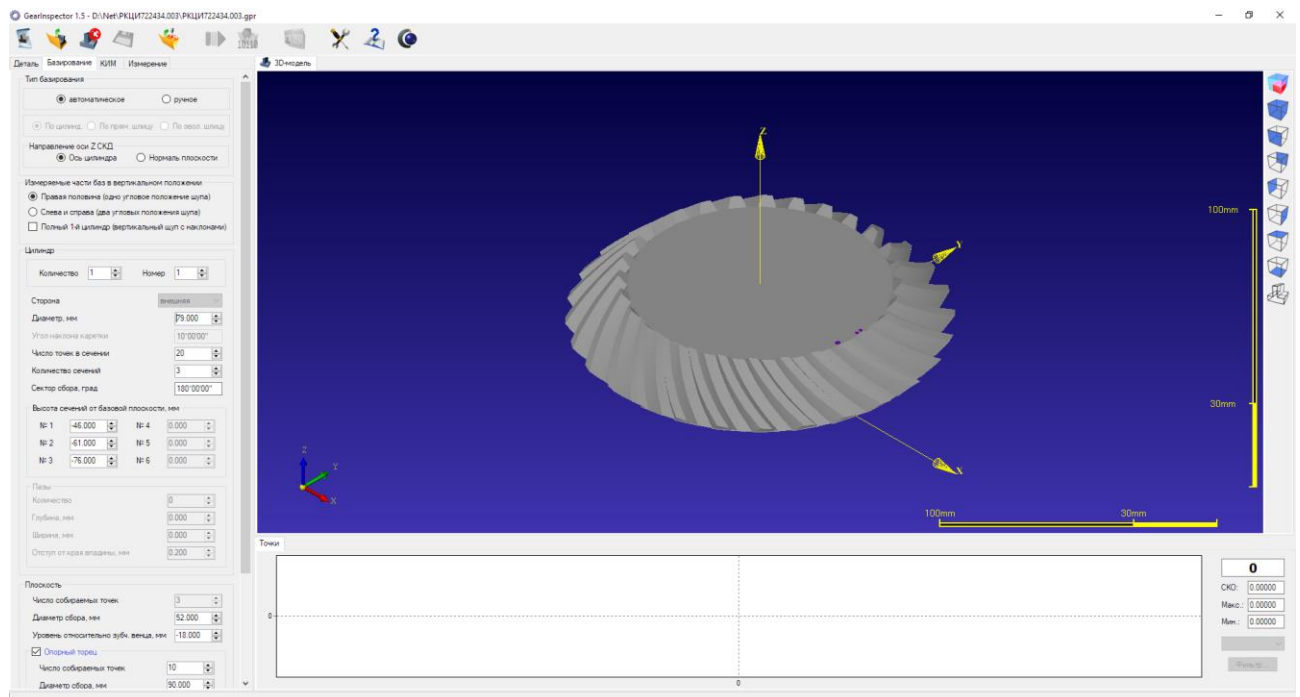


Рис. 3.3.1-2 Окно задания параметров базирования вал-шестерни

Окно задания параметров базирования полностью аналогично окну для конического прямозубого колеса (см. п. [3.2.1](#)).

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

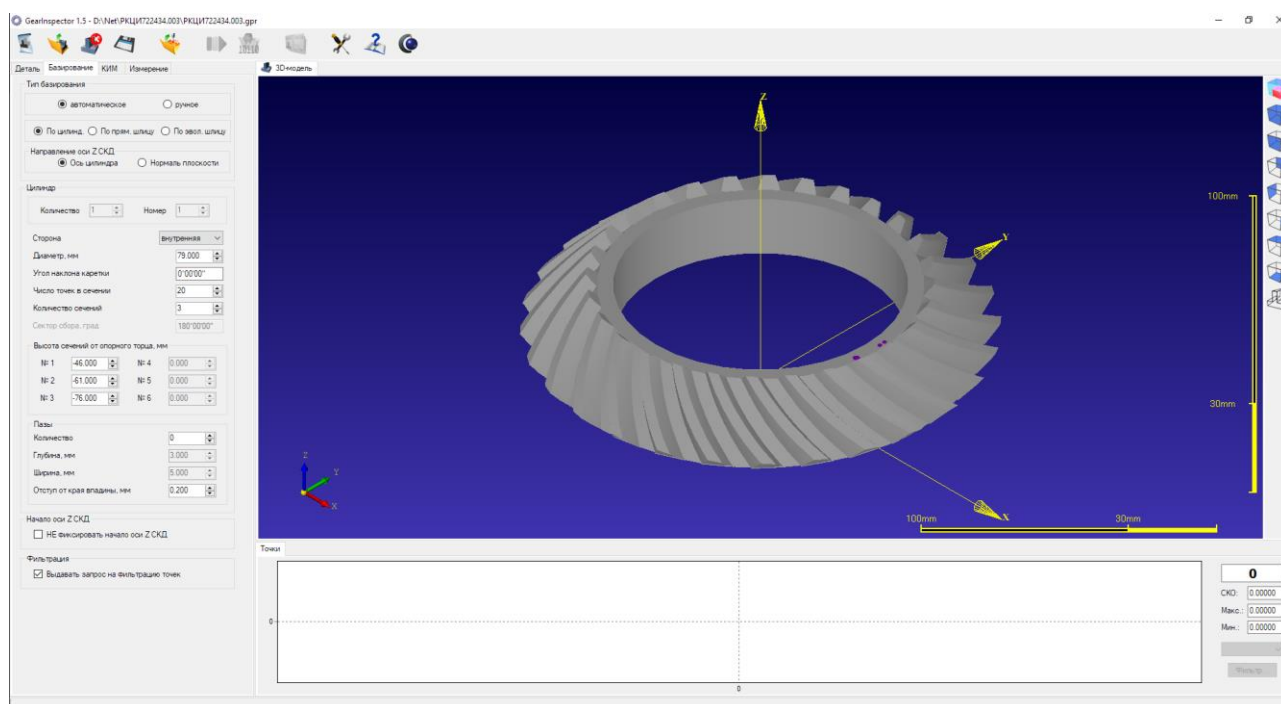


Рис. 3.3.1-3 Окно задания параметров базирования шестерни

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окну для цилиндрического эвольвентного колеса (см. п. [3.1.1](#)).

Дополнительный параметр «От ножки щупа» необходим для задания минимального расстояния между деталью и ножкой щупа в процессе измерения. Это необходимо для предотвращения касания детали ножкой щупа. В общем случае изменять параметр не нужно.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения колеса, полностью аналогичное окну для конического прямозубого колеса.

В параметрах измерения сетки появляется дополнительный параметр «**Спец-сетка**». Этот параметр нужно отметить, если необходимо измерить максимально возможный участок поверхности сетки, но при этом в обычном режиме это не удаётся из-за того, что программа не может рассчитать вектор ножки щупа. В этом случае сетка будет собираться в альтернативном положении поворотной головки.

Появляется новая группа параметров «**Конусы вершин и впадин**».

«**Измерять**» – определяет, требуется ли измерение конусов вершин и впадин всех зубьев.

«**Число точек для сбора**» – определяет число измеряемых точек с вершины или впадины каждого зуба.

При измерении конусов вершин и впадин зубьев используются отступы от вершины и от основания зуба.

ВНИМАНИЕ! Разрешены (+) только следующие варианты режима сканирования.

Тип детали	Элемент измерения	Без обратной связи		С обратной связью (по отдельным зубьям)
		Один проход (по отдельным зубьям)	Двойной проход (по отдельным зубьям)	
Шестерня	профиль	запрещено	запрещено	запрещено
	сетка	запрещено	запрещено	запрещено
Колесо	профиль	+	запрещено	запрещено
	сетка	+	+	запрещено

ВНИМАНИЕ! Если при одинарном сканировании без обратной связи точки с сетки собираются не со всей заданной поверхности детали, то рекомендуется использовать двойной проход. При этом величину заглабления 2 можно задать равной величине заглабления.

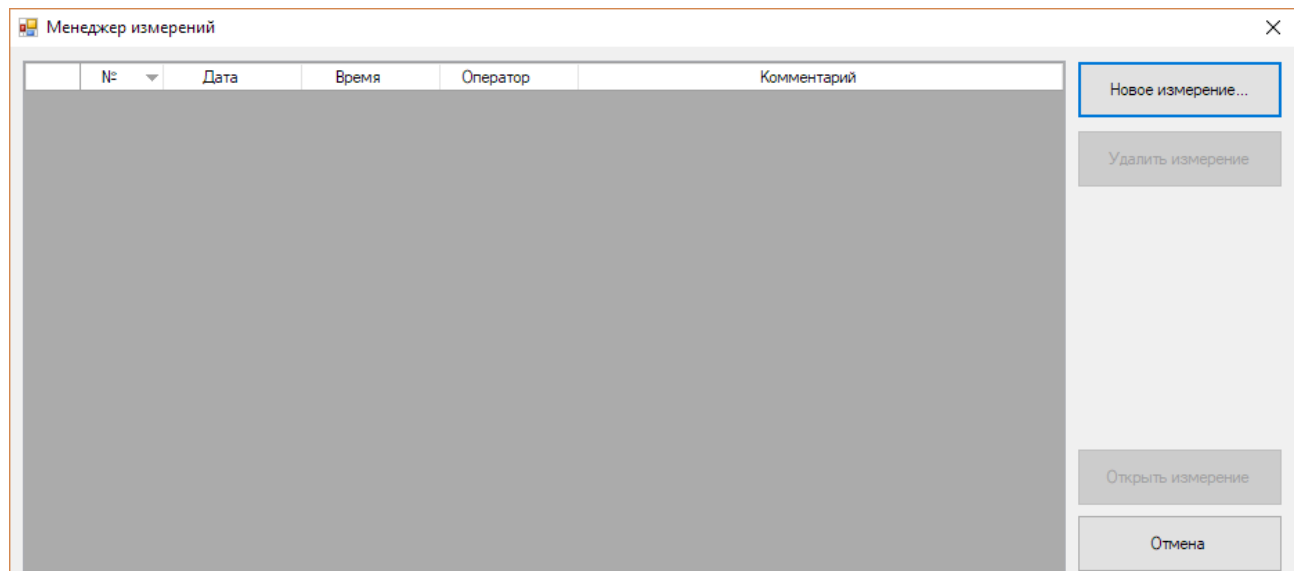
Если при одинарном сканировании без обратной связи происходит останов по аварии щупа, то рекомендуется уменьшить величину заглабления и применить двойной проход.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

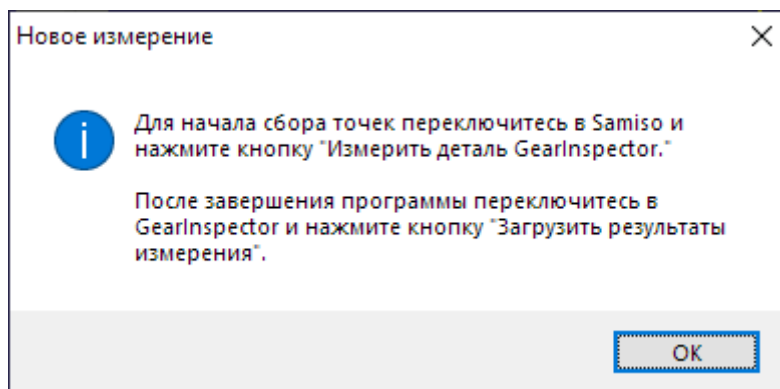
В режимах №1, №2, №4 можно перейти к измерениям деталей. Для этого



необходимо нажать кнопку «Менеджер измерений» - «Новое измерение» (аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу).



Программа запустит расчёт параметров для измерительной части. При этом специфика расчёта состоит в том, что программа рассчитывает вектор ножки щупа с углом наклона достаточным для безопасного сбора точек. Этот расчёт может занять некоторое время. Если расчёт пройдёт успешно, то появится окно:

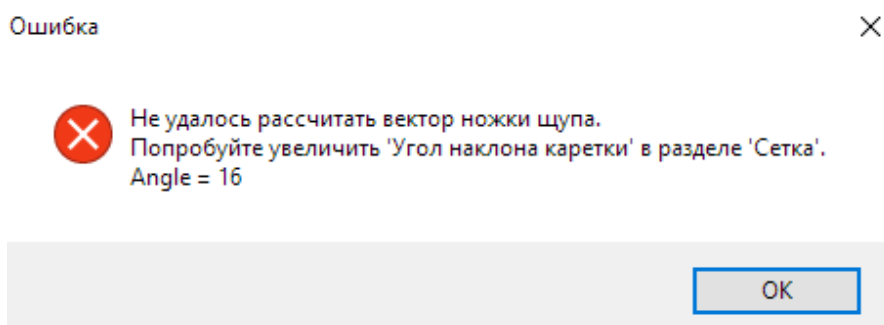


Перейдите в систему «Samiso» и нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector»



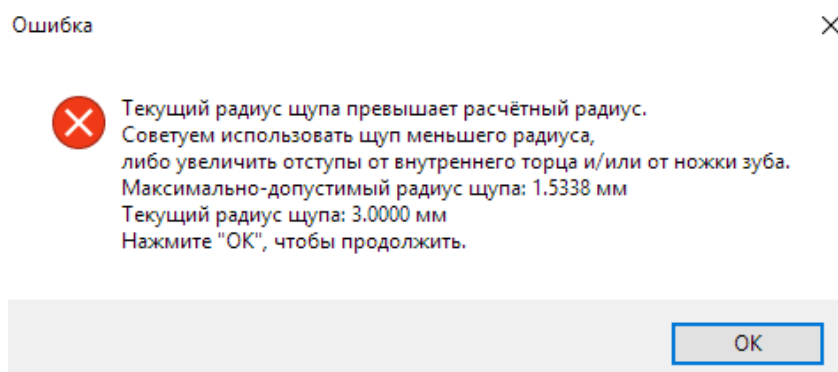
Подробнее об измерении - см. п. [3.3.2](#) и п. [3.1.2.1](#).

В случае ошибки появится окно, следующего содержания:



В этом случае необходимо установить требуемый угол во вкладке «измерение».

Если щуп имеет слишком большой радиус, то появится такое окно:



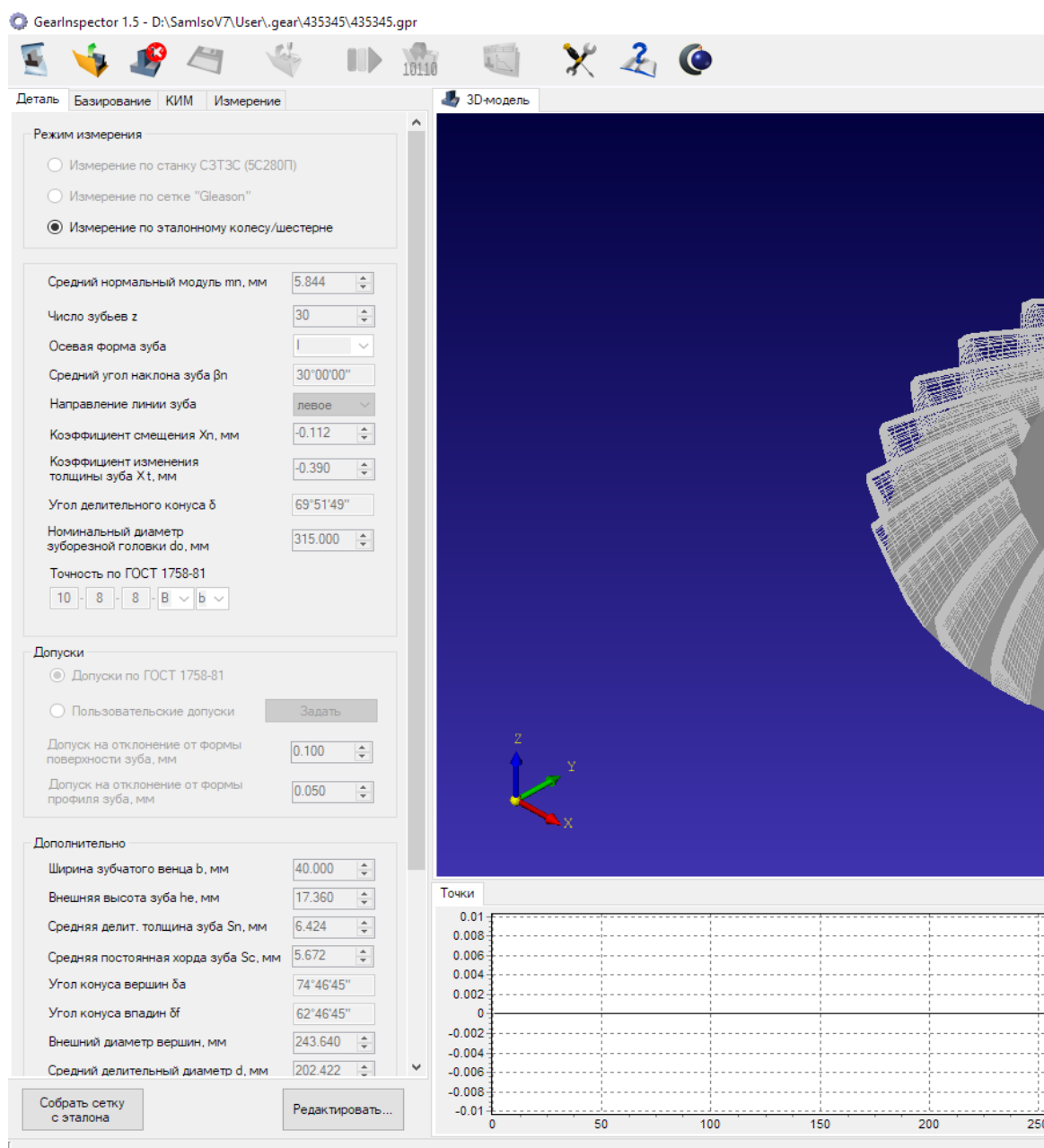
В этом случае нужно установить щуп меньшего радиуса и/или увеличить отступы от внутреннего торца или от основания зуба.

В окне визуализации в случае неудачного расчета вектора щупа появится изображение щупа в точке, где произошел контакт ножки щупа с поверхностью детали. Область контакта окрашивается в красный цвет.

После удачного расчета можно просмотреть все положения щупа при измерении, нажав на клавиатуре клавишу «Р» в английской раскладке. Сначала появятся положения щупа при измерении профиля, затем, после повторного нажатия клавиши «Р» сетки, и, наконец, конусов вершин и впадин. Очистить изображения положений щупа можно, еще раз нажав клавишу «Р» после конусов, либо нажав в любой момент клавишу «С» в английской раскладке.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «OK» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчёт погрешностей.

В режиме №3 после построения модели по чертежу, но до того, как будут собраны точки с эталона, невозможно нажать кнопку «Менеджер измерений».



Также в режиме №3 деталь отображается полупрозрачной до момента сбора точек с эталона. Чтобы собрать точки с эталона, необходимо перейти во вкладку «Деталь» и нажать на кнопку «Собрать сетку с эталона». После произведённого расчёта нужно запустить измерительную DMIS-программу, которая соберёт сетку с одного зуба

эталонной шестерни. В этом случае в программе «GearInspector» во вкладке «Деталь» появится кнопка «Загрузить сетку с эталона». При загрузке точек, собранных с эталона, происходит автоматический расчёт поверхности. Поверхность, построенная по эталонной шестерне, отобразится в окне визуализации. Если эталонная поверхность не имеет видимых дефектов, то нужно нажать на кнопку «Применить». Дальнейшие действия по измерениям такие же, как в других режимах.

3.3.2 Измерение конического колеса с круговым зубом

ВНИМАНИЕ! Все параметры колеса, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Базирование и измерение конических колес с круговым зубом осуществляется аналогично коническим прямозубым колесам.

Так же присутствует раздельное отображение точек в графиках и на 3D по профилям/линиям – см. рис. 3.3.2-1

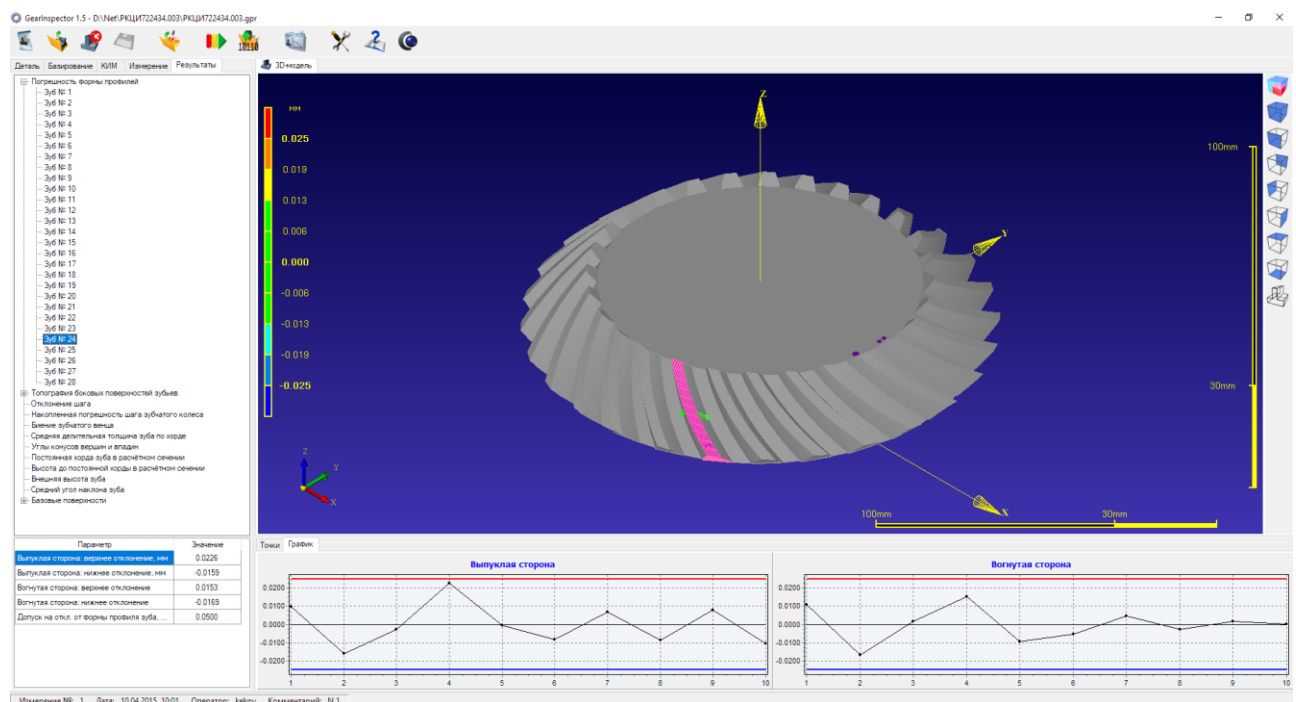


Рис. 3.3.2-1 Отображение точек в графиках и на 3D модели



3.3.3 Просмотр результатов измерения конического колеса с круговым зубом

Просмотр результатов расчета и графиков производится аналогично коническому прямозубому колесу.

3.3.4 Отчет по результатам измерения конического колеса с круговым зубом

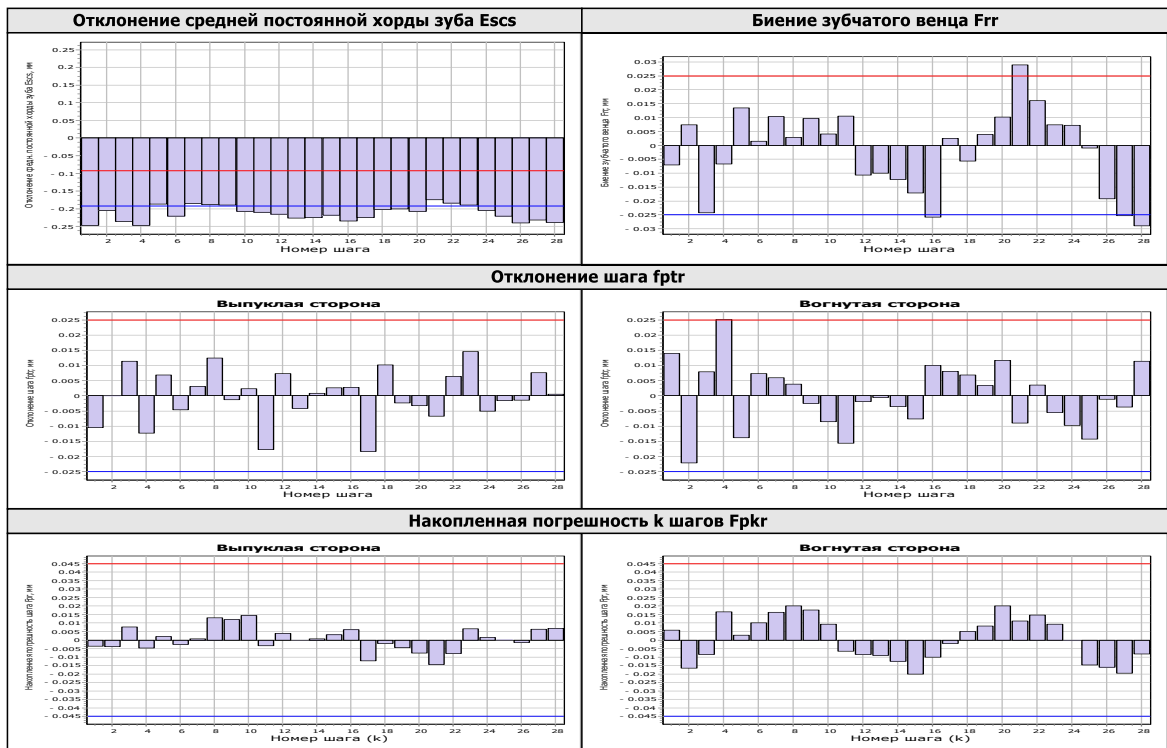
Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.3.4-1](#).



		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Коническое зубчатое колесо с круговым зубом	
		Чертеж: 1	Щуп: TP200 / 2.996 мм
КИМ-1200	10.04.2015 10:01	Проект: РКЦИ722434.003	Температура: 22.7 °C
№ 74	Комментарий: N 1	Измерение №: 1	

Параметры		Базовый цилиндр	
Средний нормальный модуль m_n	3.475	Диаметр, мм	78.982
Число зубьев z	28	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.004
Средний угол наклона зуба β_n	35°00'00"	Цилиндричность, мм	0.016
Направление линии зуба	левое	Базовая плоскость (опорный торец)	
Угол делительного конуса δ	45°00'00"		
Степень точности по ГОСТ 1758-81	8-B	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.003
Базовое расстояние, мм	85.000	Плоскостность, мм	0.009
Средняя делит. толщина зуба по хорде S , мм	5.459	Биеение относительно базового цилиндра, мм	0.018
Средняя постоянная хорда зуба S_c , мм	4.820		

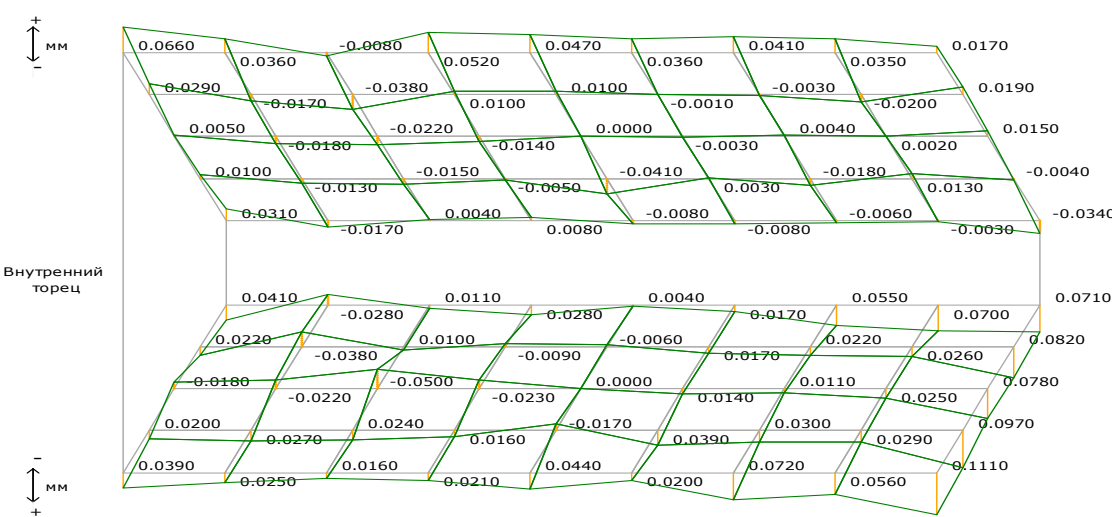
Показатели точности по ГОСТ 1758-81		Допуск, мм по ГОСТ 1758-81	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Накопленная погрешность шага зубч. колеса (вып./вогн.)	Fpr	0.090	0.029 / 0.040	- / -	32 / 44
Биеение зубчатого венца	Frr	0.050	0.058	0.008	100+
Наибольшее отклонение шага (вып./вогн.)	fpr	0.025	0.018 / 0.025	- / -	72 / 100
Наибольшая разность шагов (вып./вогн.)	fvPr	0.040	0.033 / 0.047	- / 0.007	82 / 100+
Отклонение средн. делит. толщины зуба по хорде	Ess	-0.092 / -0.192	-0.241	-0.049	100-
Отклонение средн. постоянной хорды зуба	Escs	-0.092 / -0.192	-0.213	-0.021	100-
Дополнительные геометрические параметры		Номинал	Действит.	Отклонение	
Высота до средн. постоянной хорды зуба (мин./макс)	hc	2.598	2.630 / 2.643	0.032	0.045
Угол конуса вершин	δ_a	47°57'38"	48°08'01"	0°10'23"	
Угол конуса впадин	δ_f	42°02'22"	42°13'24"	0°11'02"	
Внешняя высота зуба (мин./макс)	he	9.371	9.406 / 9.469	0.035	0.098
Средний угол наклона зуба (мин./макс)	β_n	35°00'00"	34°55'07" / 34°57'52"	-0°04'53" / -0°02'08"	

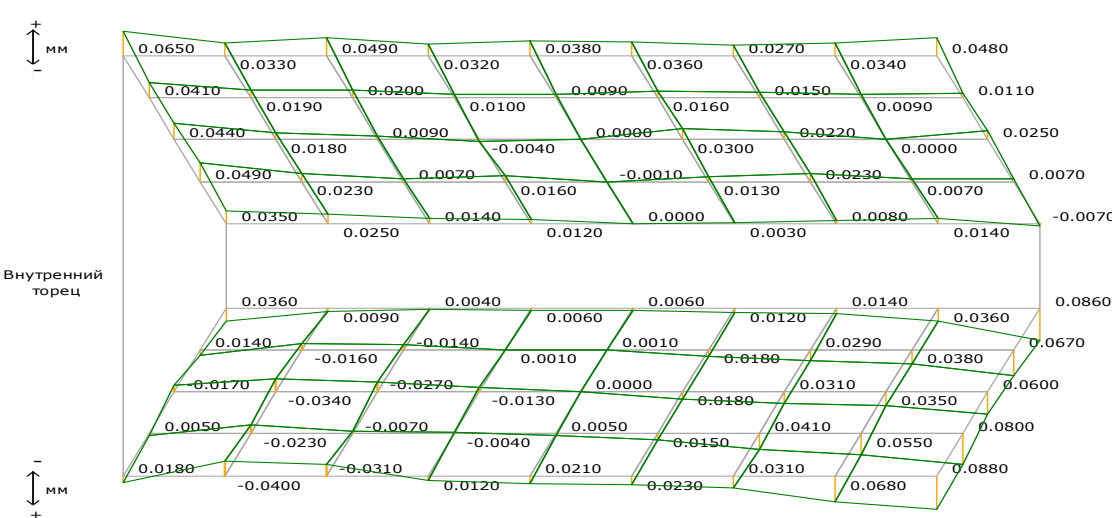


Оператор: kekov




		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Коническое зубчатое колесо с круговым зубом	
		Чертеж: 1	Щуп: TP200 / 2.996 мм
КИМ-1200	10.04.2015 10:01	Проект: РКЦИ722434.003	Температура: 22.7 °C
№ 74	Комментарий: N 1	Измерение №: 1	

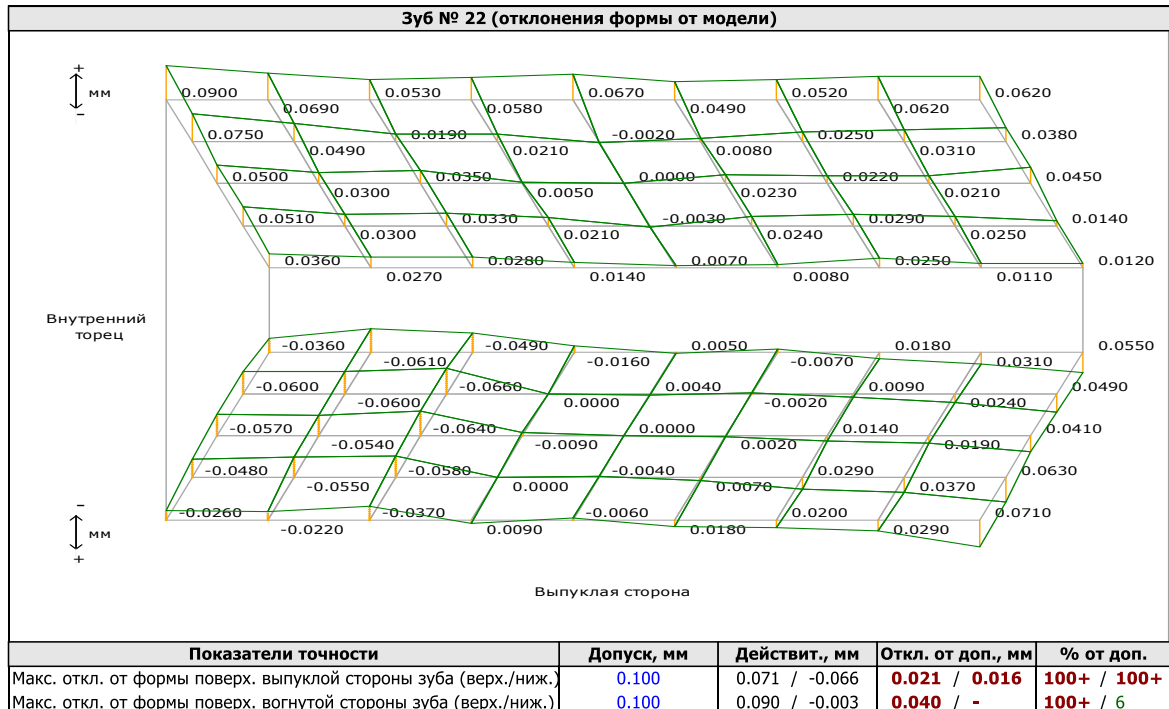
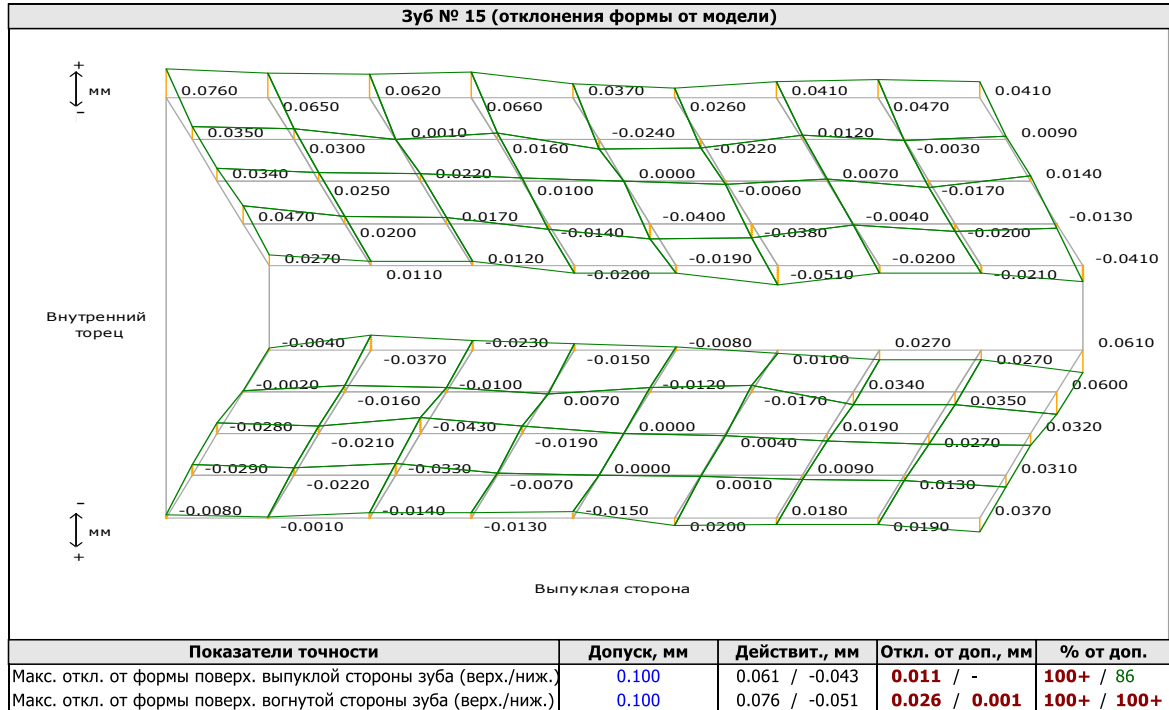


Зуб № 1 (отклонения формы от модели)				
				
Показатели точности	Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Макс. откл. от формы поверх. выпуклой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.111 / -0.050	0.061 / -	100+ / 100
Макс. откл. от формы поверх. вогнутой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.066 / -0.041	0.016 / -	100+ / 82

Зуб № 8 (отклонения формы от модели)				
				
Показатели точности	Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Макс. откл. от формы поверх. выпуклой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.088 / -0.040	0.038 / -	100+ / 80
Макс. откл. от формы поверх. вогнутой стороны зуба (верх./ниж.)	0.100	0.065 / -0.007	0.015 / -	100+ / 14

Оператор: kekov

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ		
		Коническое зубчатое колесо с круговым зубом		
КИМ-1200	10.04.2015 10:01	Чертеж: 1	Щуп: TP200 / 2.996 мм	
№ 74	Комментарий: N 1	Проект: РКЦИ722434.003	Температура: 22.7 °C	Измерение №: 1



Оператор: kekov

Page 3 of 3

(Подпись)

Рис. 3.3.4-1 Пример отчета по результатам измерений конического колеса с круговым зубом

Отчет по результатам измерений конического колеса с круговым зубом полностью аналогичен отчету для конического прямозубого колеса.

3.4 Контроль звёздочки цепной

3.4.1 Создание звёздочки цепной

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа колеса «Звёздочка цепная» на экране появится окно задания параметров колеса.

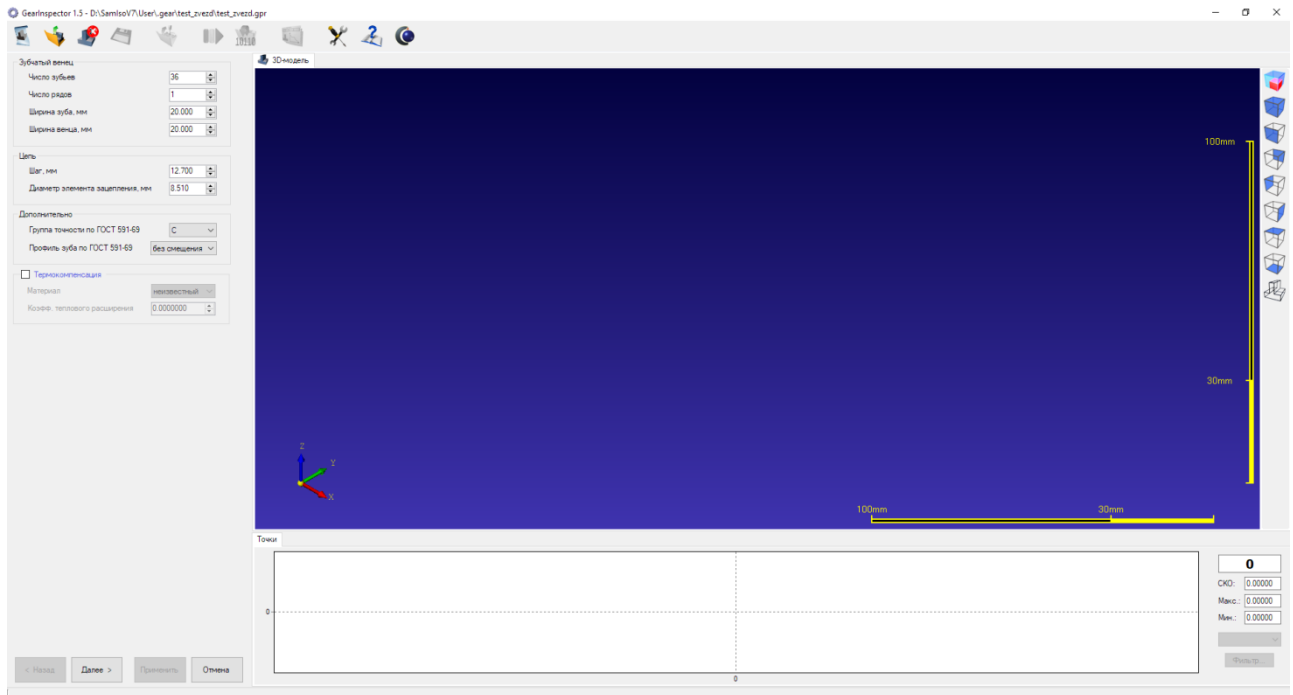


Рис. 3.4.1-1 Окно задания параметров звездочки цепной

В окне задания параметров колеса отображены следующие чертежные данные:

Зубчатый венец

- **Число зубьев**
- **Число рядов**
- **Ширина зуба, мм** – ширина одного ряда зубьев
- **Ширина венца, мм** – общая ширина всех рядов зубьев и промежутков между ними

Цепь

- **Шаг, мм**
- **Диаметр элемента зацепления, мм**

Дополнительно

- **Группа точности по ГОСТ 591-69** – выбирается из списка
- **Профиль зуба по ГОСТ 591-69** – выбирается: со смещением или без смещения

- **Термокомпенсация** – задается аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. [3.1.1](#)).

Задайте параметры колеса и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, а в правой части отрисуется модель созданного колеса.

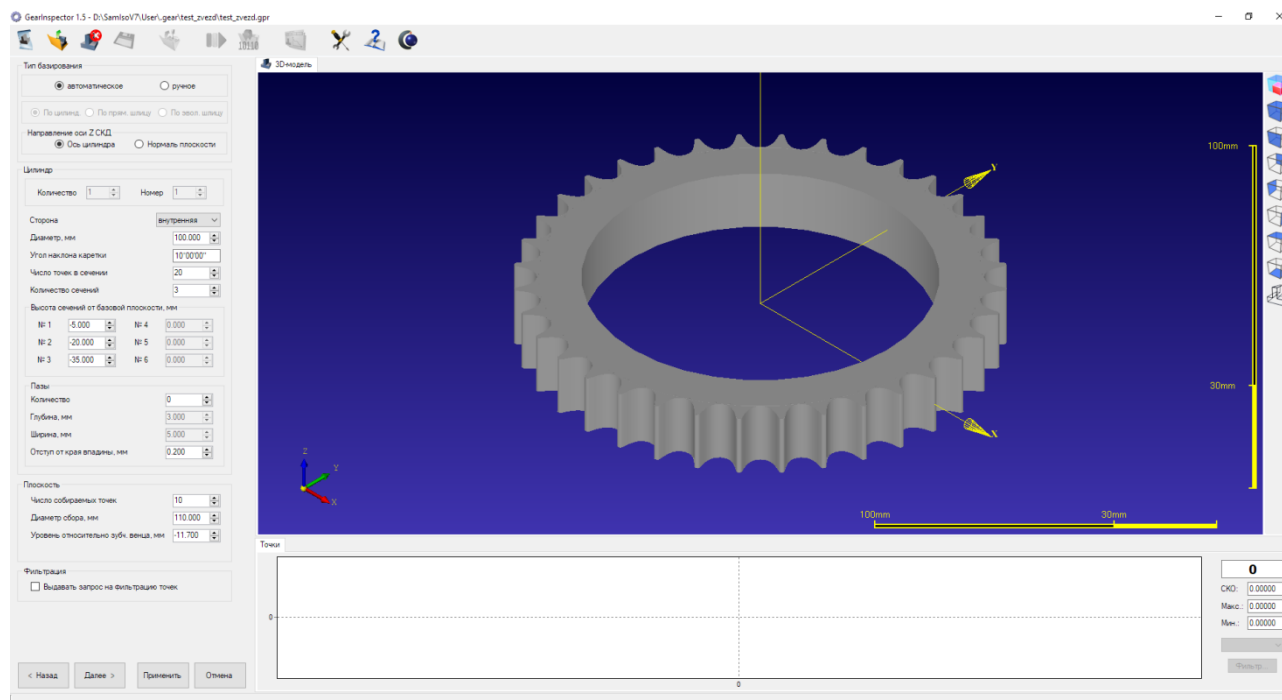


Рис. 3.4.1-2 Окно задания параметров базирования колеса

Окно задания параметров базирования полностью аналогично окну для цилиндрического эвольвентного колеса.

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, полностью аналогичное окну для цилиндрического эвольвентного колеса.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения колеса.

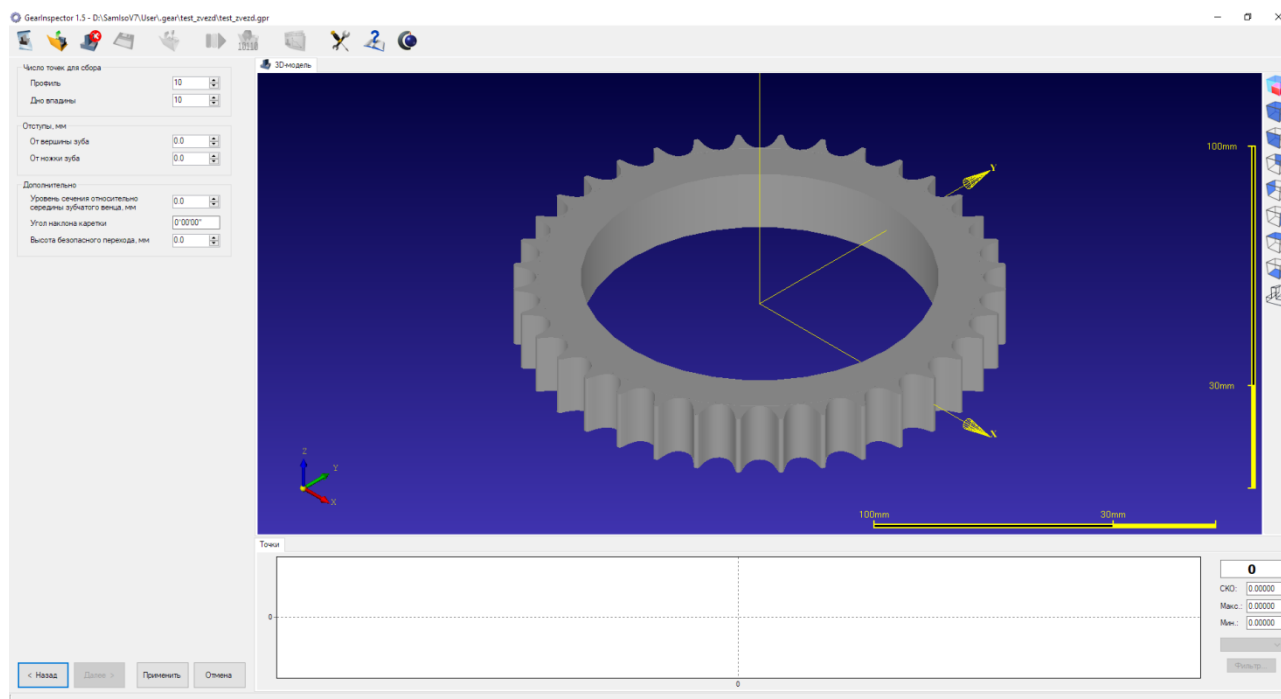


Рис. 3.4.1-3 Окно задания параметров измерения колеса

Ниже приведено краткое описание параметров измерения колеса.

- **Число точек для сбора**
 - **Профиль** – указывает, сколько точек будет собрано с профиля
 - **Дно впадины** – указывает, сколько точек будет собрано со дна впадины для определения диаметра окружности впадин
- **Отступы, мм** – аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу
 - **От вершины зуба**
 - **От основания зуба**
- **Дополнительно** – аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу
 - **Уровень сечения относительно середины зубчатого венца, мм** – задается для любого ряда колеса относительно его середины
 - **Угол наклона каретки**
 - **Высота безопасного перехода, мм**

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «*Применить*».

Запуск измерения осуществляется аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.4.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «*ОК*» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.4.2 Измерение звездочки цепной

ВНИМАНИЕ! Все параметры колеса, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Базирование и измерение звездочки цепной осуществляется почти полностью аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу. Отличие только в том, что измеряются только профили зубьев.

3.4.3 Просмотр результатов измерения звездочки цепной

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки) (см. рис. 3.4.3-1).

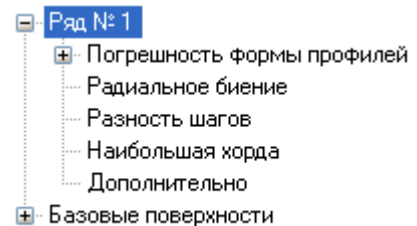


Рис. 3.4.3-1 Результаты расчета

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и в дополнении, если это окно относится к графику – график (см. рис. 3.4.3-2). Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек (см. рис. 3.4.3-3).

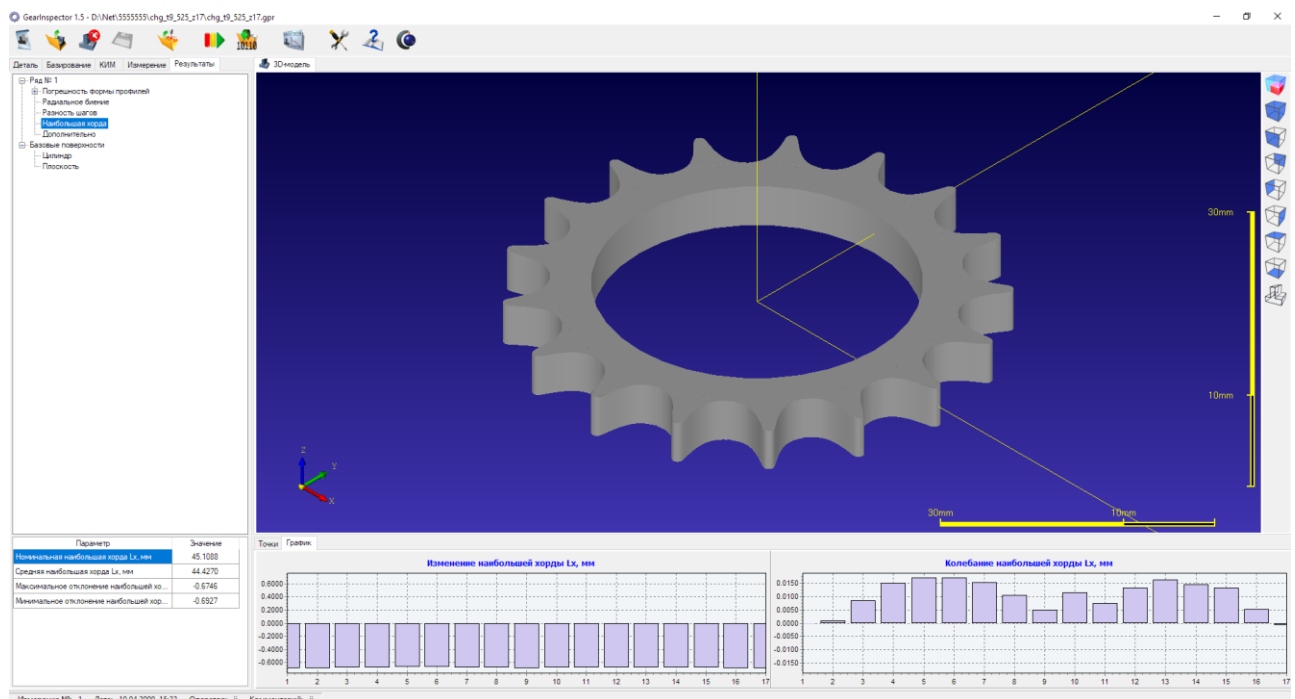


Рис. 3.4.3-2 Табличное и графическое отображение результатов расчета

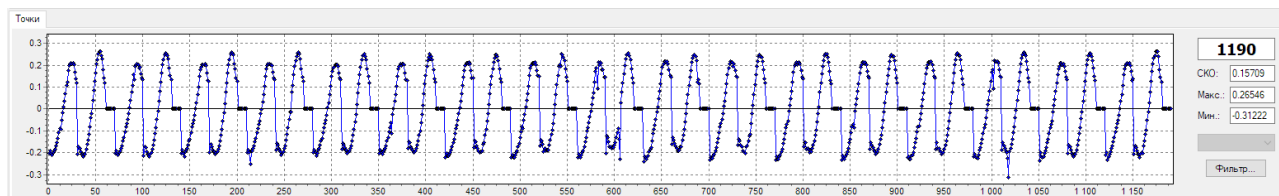


Рис. 3.4.3-3 Гистограмма отклонений всех измеренных точек

Гистограмма отклонений аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу допускает фильтрацию точек

Разность шагов, наибольшая хорда и радиальное биение выводятся в виде графиков-гистограмм.

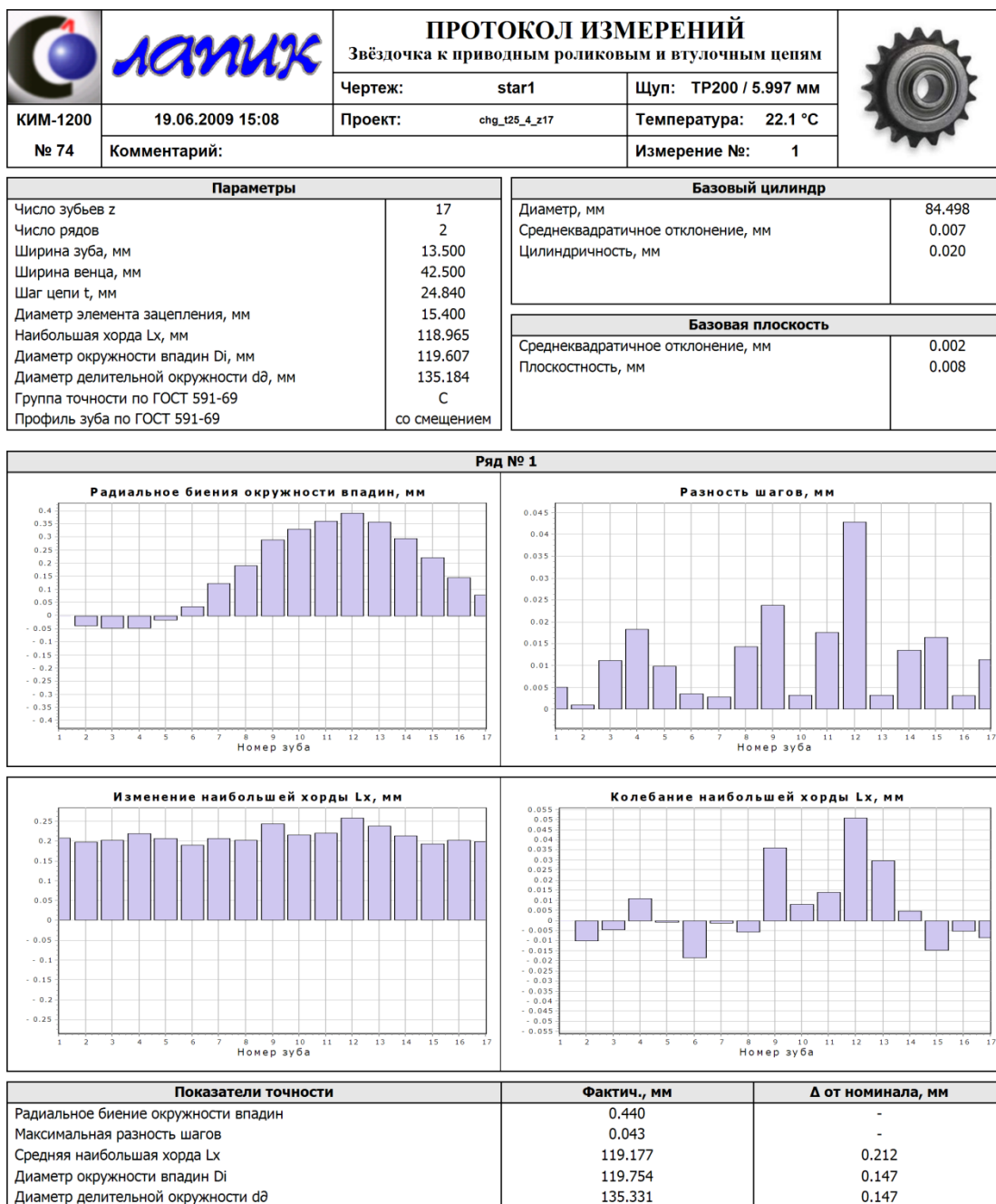
Графики погрешностей профиля зубьев звездочки цепной выводятся аналогично графикам для цилиндрического эвольвентного колеса.

В отличие от цилиндрического эвольвентного колеса для звездочки цепной выводится дополнительная информация: значения номинальных и фактических диаметров окружности впадин и делительной окружности.

3.4.4 Отчет по результатам измерения звездочки цепной

Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.4.4-1](#).



Оператор: _____
(Подпись)

Рис. 3.4.4-1 Пример отчета по результатам измерений звездочки цепной

Отчет по результатам измерений звездочки цепной почти полностью аналогичен 1-й странице отчета для конического прямозубого колеса. Отличие состоит только в отсутствии допусков по ГОСТ 591-69 и информации о том, в допуске измеренный параметр или нет. Также кроме фактических значений параметров выводятся их отклонения от номинальных.

3.5 Контроль червяка архимедова

3.5.1 Создание червяка архимедова

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа колеса «Червяк архимедов» на экране появится окно задания параметров червяка.

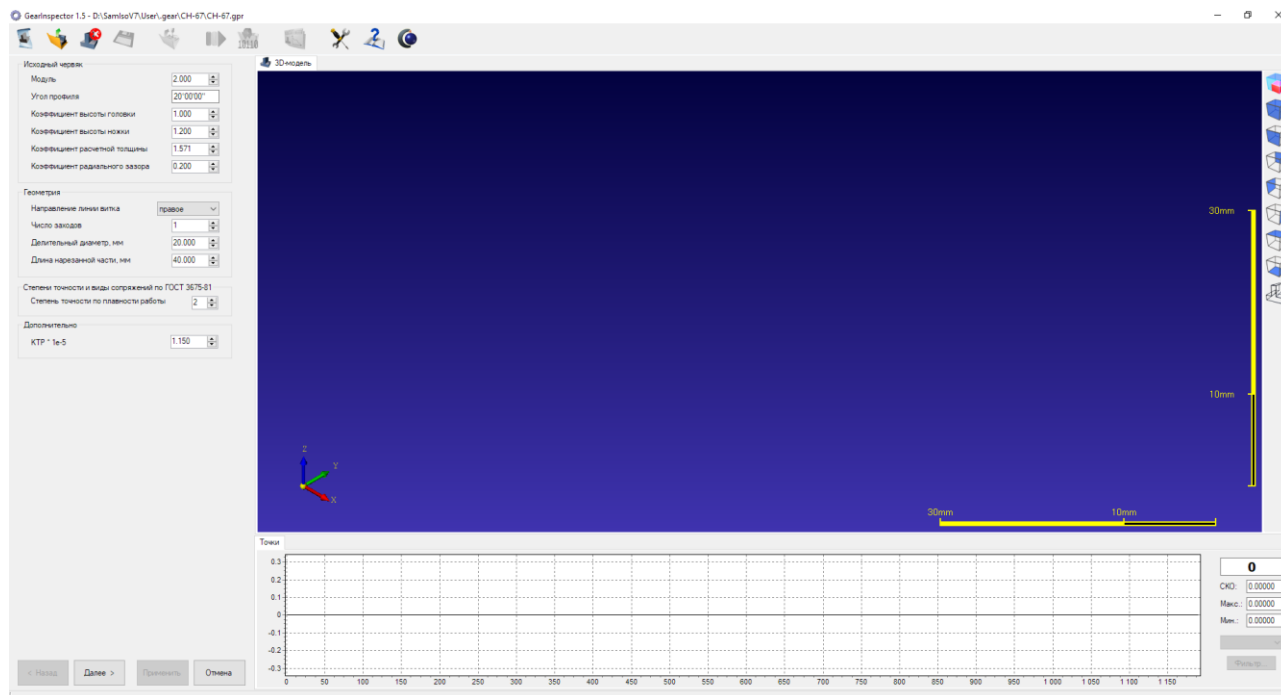


Рис. 3.5.1-1. Окно задания параметров червяка архимедова

В окне задания параметров червяка отображены следующие чертежные данные:

- **Исходный червяк**
 - **Модуль**
 - **Угол профиля**
 - **Коэффициент высоты головки**
 - **Коэффициент высоты ножки**
 - **Коэффициент расчетной толщины**
 - **Коэффициент радиального зазора**
- **Геометрия**
 - **Направление линии витка** – правое или левое
 - **Число заходов**
 - **Делительный диаметр**
 - **Длина нарезанной части**
- **Степени точности и виды сопряжений по ГОСТ 3675-81**
 - **Степень точности по плавности работы**
- **Дополнительно**
- **КТР * 1e-05** – коэффициент теплового расширения

Задайте параметры червяка и нажмите кнопку «Далее».
В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

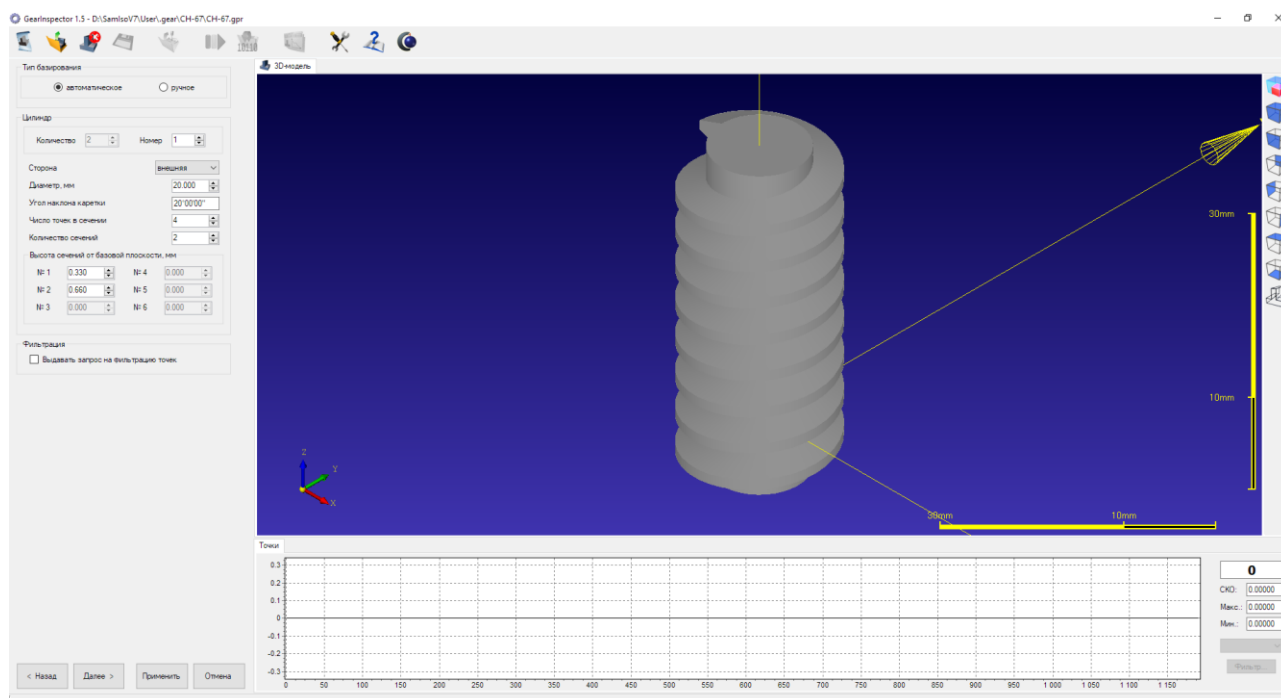


Рис. 3.5.1-2 Окно задания параметров базирования червяка

Окно задания параметров базирования почти полностью аналогично окну для вал-шестерни цилиндрического эвольвентного колеса. Различие только в отсутствии базовой плоскости. Заметим, что уровни сечений должны быть указаны таким образом, чтобы 1-й базовый цилиндр был расположен ближе к торцевой плоскости, чем 2-й.

ВНИМАНИЕ! При задании ненулевого угла наклона каретки число точек в сечении обоих базовых цилиндров должно быть не менее 6.

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окну для цилиндрического эвольвентного колеса. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения червяка, полностью аналогичное окну для конического прямозубого колеса.

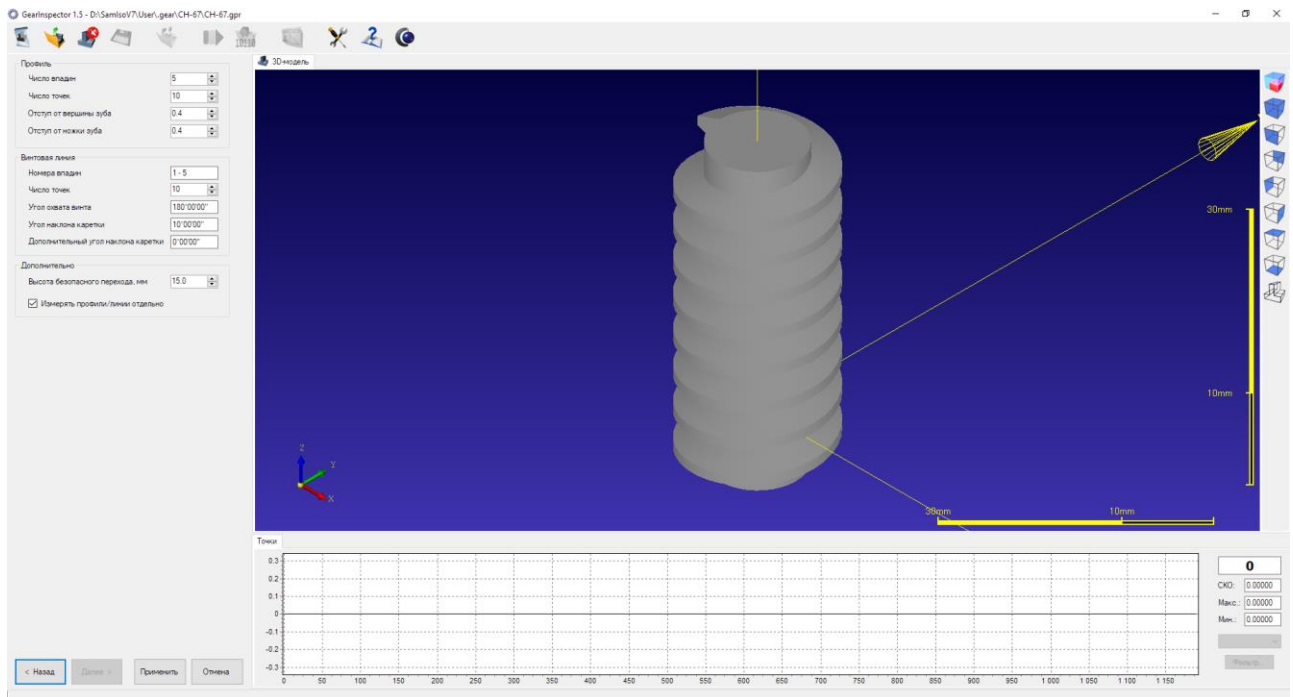


Рис. 3.5.1-3 Окно задания параметров измерения червяка

Ниже приведено краткое описание параметров измерения червяка.

- **Профиль**
 - **Число впадин** – указывает, сколько впадин будет измерено для контроля профиля
 - **Число точек** – указывает, сколько точек будет собрано с каждой стороны впадины
 - **Отступ от вершины зуба**
 - **Отступ от основания зуба**
- **Винтовая линия**
 - **Номера впадин** – указывает, какие впадины будут измерены для контроля винтовой линии
 - **Число точек**
 - **Угол охвата винта** – указывает, какой сектор будет измерен для контроля винтовой линии
 - **Угол наклона каретки** – определяет дополнительный угол наклона каретки при сборе с краев сектора
 - **Дополнительный угол наклона каретки** – определяет дополнительный угол наклона каретки при измерении винтовой линии, задается в пределах от 0 до 20° во избежание касания детали ножкой щупа
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**
 - **Измерять профили/линии отдельно** – аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу

ВНИМАНИЕ! Разрешены (+) только следующие варианты режима сканирования.

	Без обратной связи		С обратной связью (по отдельным зубьям)
	Один проход (по отдельным зубьям)	Двойной проход (по отдельным зубьям)	
Профиль	+	+	+
Винтовая линия	+	+	запрещено

Замечания и рекомендации по использованию режима сканирования с наклоном каретки такие же, как и для цилиндрического эвольвентного колеса (см. п. [3.1.1](#)).

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.5.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «OK» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.5.2 Измерение червяка архимедова

ВНИМАНИЕ! Все параметры червяка, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



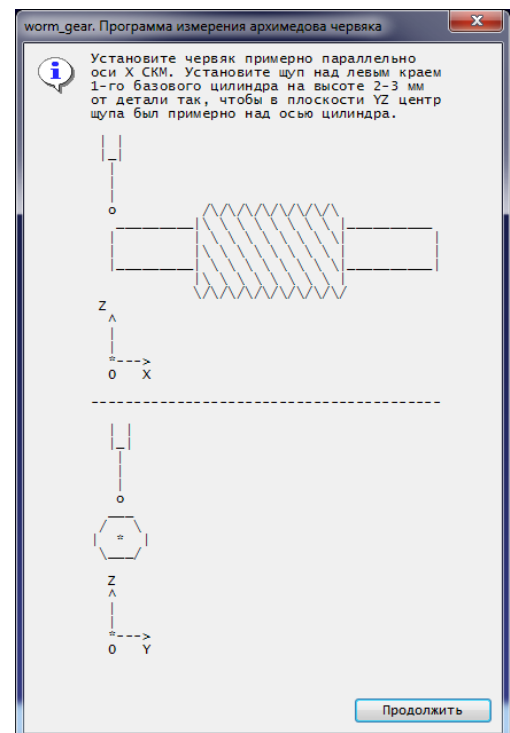
нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Червяк устанавливается так, чтобы оси базовых цилиндров были направлены примерно вдоль оси X СКМ, причем 1-й базовый цилиндр должен располагаться левее 2-го. Выберите заранее 1-ю (базовую) впадину (поверните червяк вокруг оси). Базовая впадина должна располагаться как можно левее, но с учетом того, чтобы по ней можно было измерить винтовую линию.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы, если в GearInspector был установлен флаг «Автоматическое».

На экране появится окно с описанием требуемого положения детали и начальной установки щупа. Нажмите кнопку «Продолжить» и установите щуп над деталью.



После установки щупа и продолжения программы (выхода из пульта) будет произведено автоматическое базирование по 2-м базовым цилиндрам.

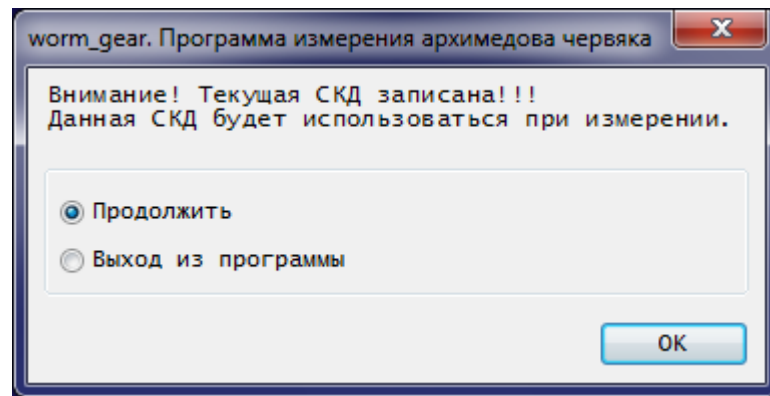
Базирование при помощи ручного режима системы Samiso

Базирование при помощи системы Samiso производится в случае, когда не выставлен флаг «Автоматическое».

Для установки системы координат детали в ручном режиме следует, пользуясь стандартными функциями системы Samiso, измерить 2 базовых цилиндра, построить по ним 2-х-цилиндровый вал. После чего установить СКД следующим образом:

- 1) Первая ось (Z) – вдоль направления 2-х-цилиндрового вала
- 2) Начало по XY – по 2-х-цилиндровому валу
- 3) Повернуть СКД на 180° вокруг оси Z СКД, так, чтобы ось X «смотрела» примерно в направлении оси Z СКМ.

Затем следует запустить DMIS-программу. На экране появится сообщение об использовании текущей СКД для измерения.



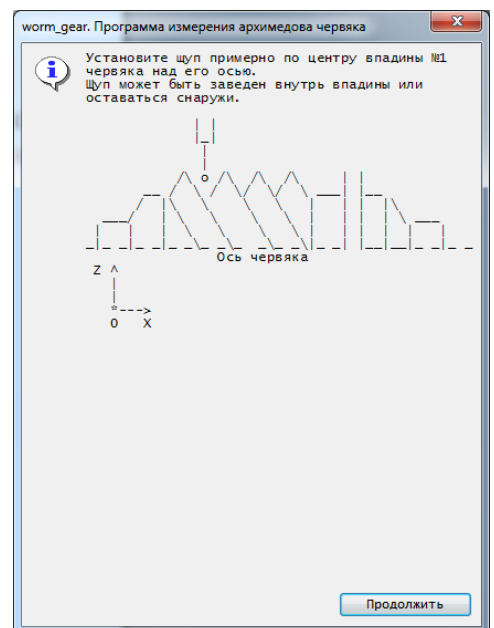
Базирование 1-й впадины

После базирования по 2-м базовым цилиндрам (или после ручного базирования) будет произведено базирование 1-й впадины. На экране появится окно с запросом об установлении щупа внутри (или снаружи) 1-й (базовой впадины). Нажмите кнопку «Продолжить» и установите щуп в требуемое положение.

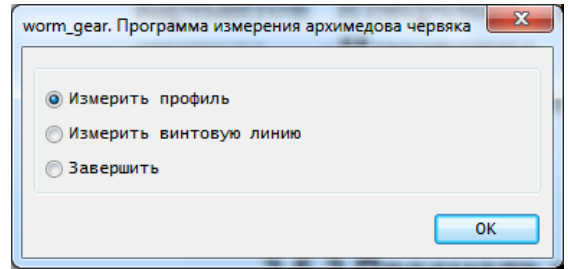
После установки щупа и продолжения программы (выхода из пульта) будет произведен сбор точек с боковых поверхностей базовой впадины и с верхушек соседних зубьев.

Измерение червяка

После базирования по 1-й впадине, если в параметрах измерения поставлена галочка «Измерять профили/линии отдельно», на экране



появится окно диалога с выбором вариантов измерения. Выберите сначала «Измерить профиль», затем «Измерить винтовую линию», затем «Завершить». Если в параметрах измерения НЕ поставлена галочка «Измерять профили/линии отдельно», измерение профиля и винтовой линии будет произведено без диалогов.



Если по какой-либо причине базирование или измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить работу с того этапа (базирование по цилиндру, по 1-й впадине, измерение профиля, измерение винтовой линии) и с того элемента (1-го или 2-го цилиндра, зуба), на котором прервалась работа программы.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «OK».

3.5.3 Просмотр результатов измерения червяка архимедова

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки) (см. рис. [3.5.3-1](#)).

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и в дополнении, если это окно относится к графику – график (см. рис. [3.5.3-2](#)). Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек (см. рис. [3.5.3-3](#)).

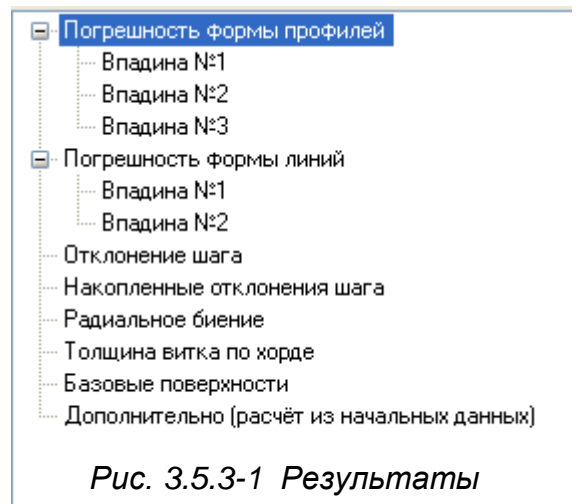


Рис. 3.5.3-1 Результаты расчета

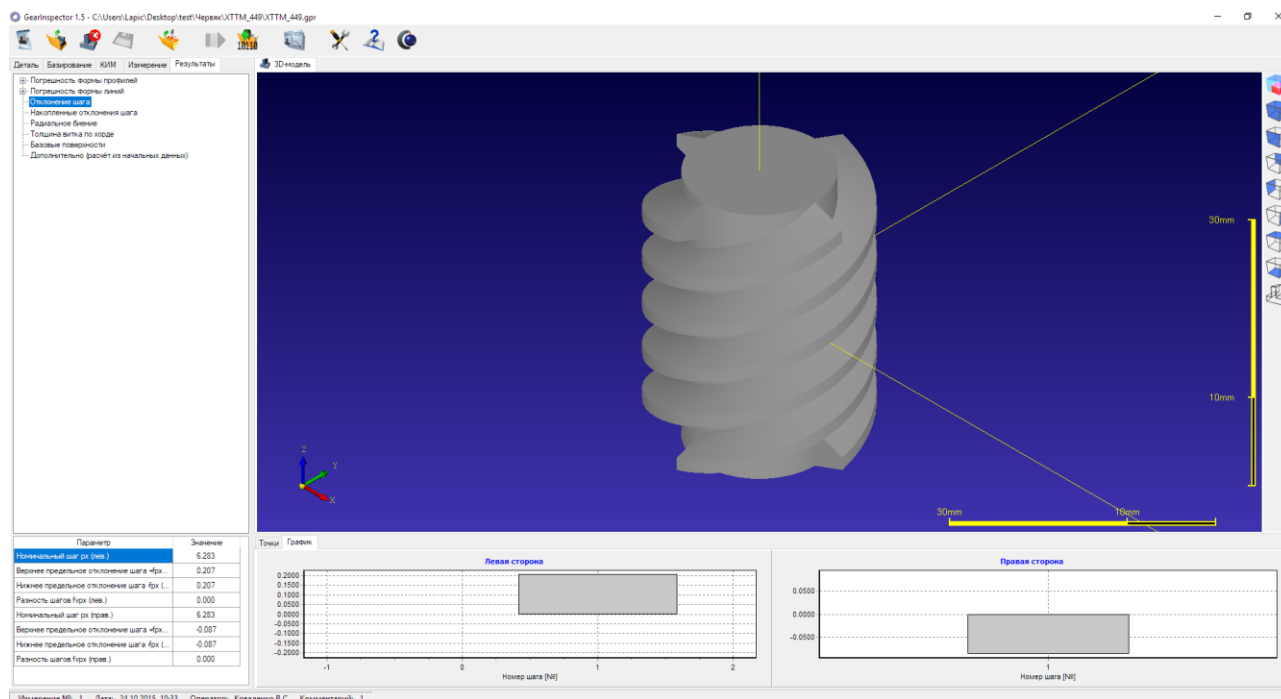


Рис. 3.5.3-2 Табличное и графическое отображение результатов расчета

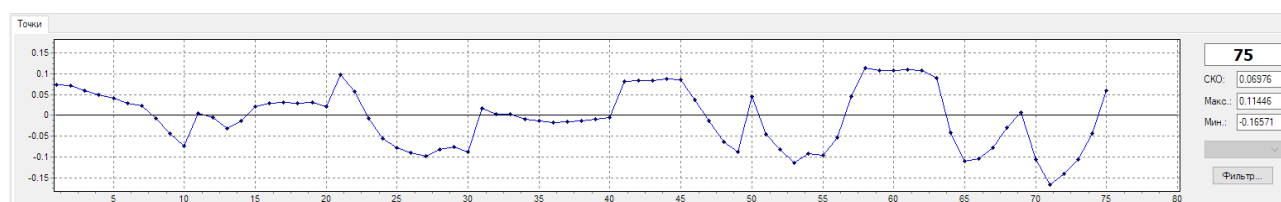


Рис. 3.5.3-3 Гистограмма отклонений всех измеренных точек

Гистограмма отклонений аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу допускает фильтрацию точек.

Отклонение шага, накопленное отклонение шага, радиальное биение и отклонение толщины витка по хорде выводятся в виде графиков-гистограмм.

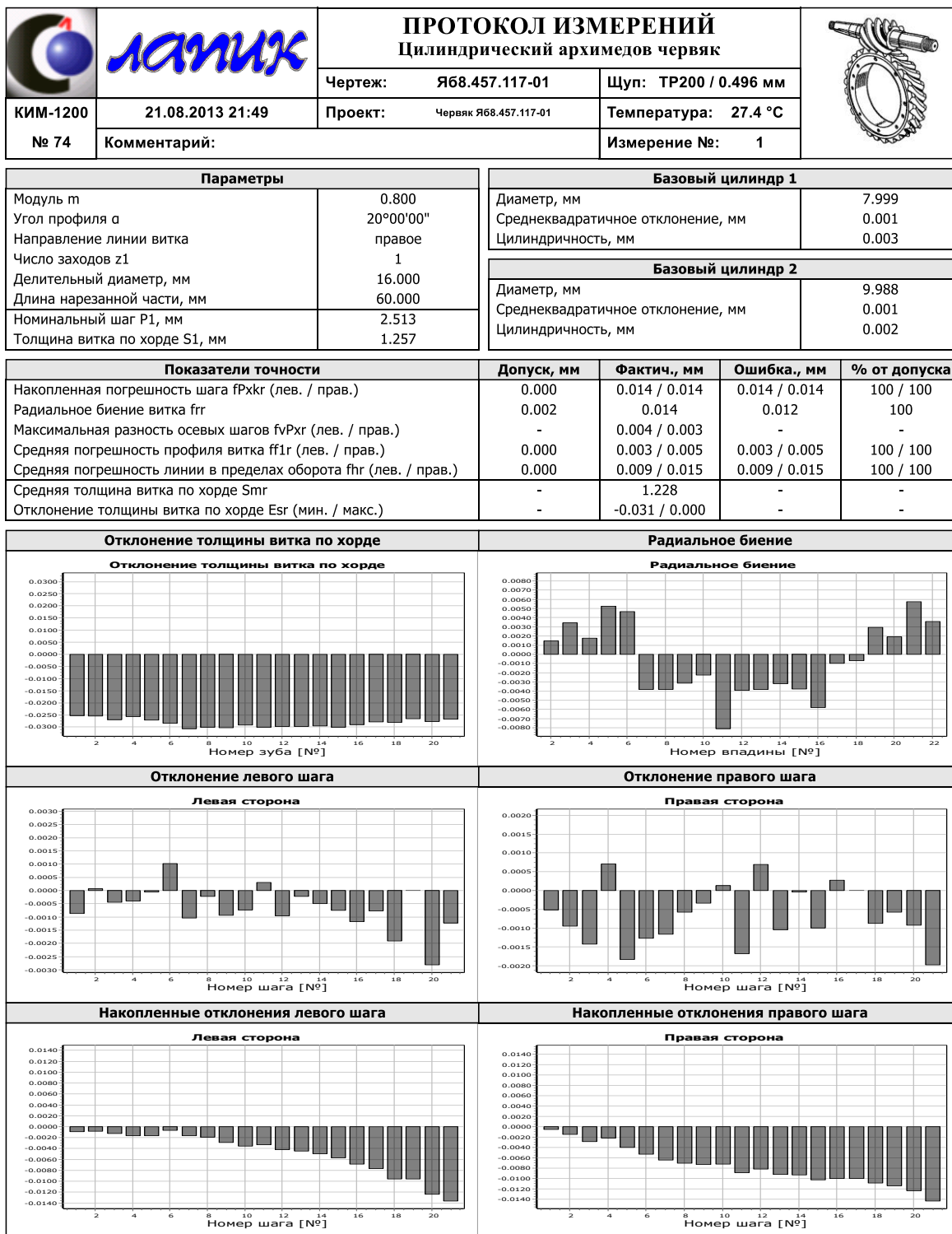
Графики погрешностей формы профиля впадин и отклонений формы винтовой линии червяка выводятся аналогично графикам для цилиндрического эвольвентного колеса.

В отличие от цилиндрического эвольвентного колеса для червяка выводится дополнительная теоретическая расчетная информация: межосевое расстояние, диаметры вершин и впадин, номинальный шаг и т.д.

3.5.4 Отчет по результатам измерения червяка архимедова

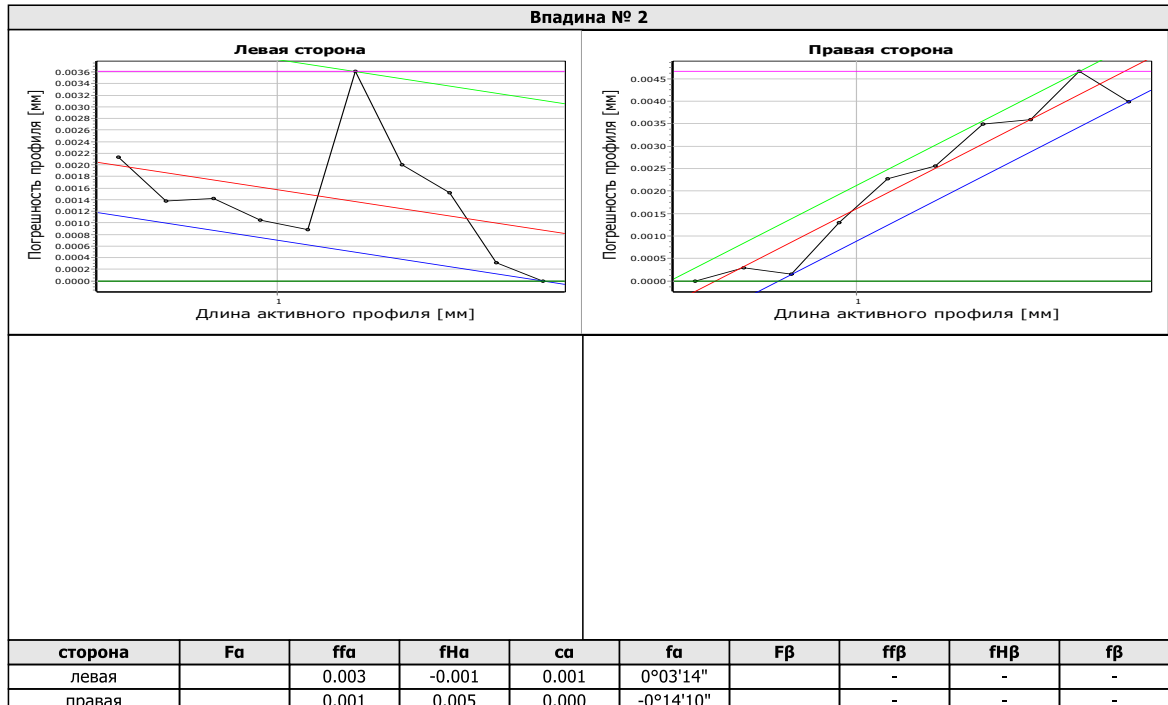
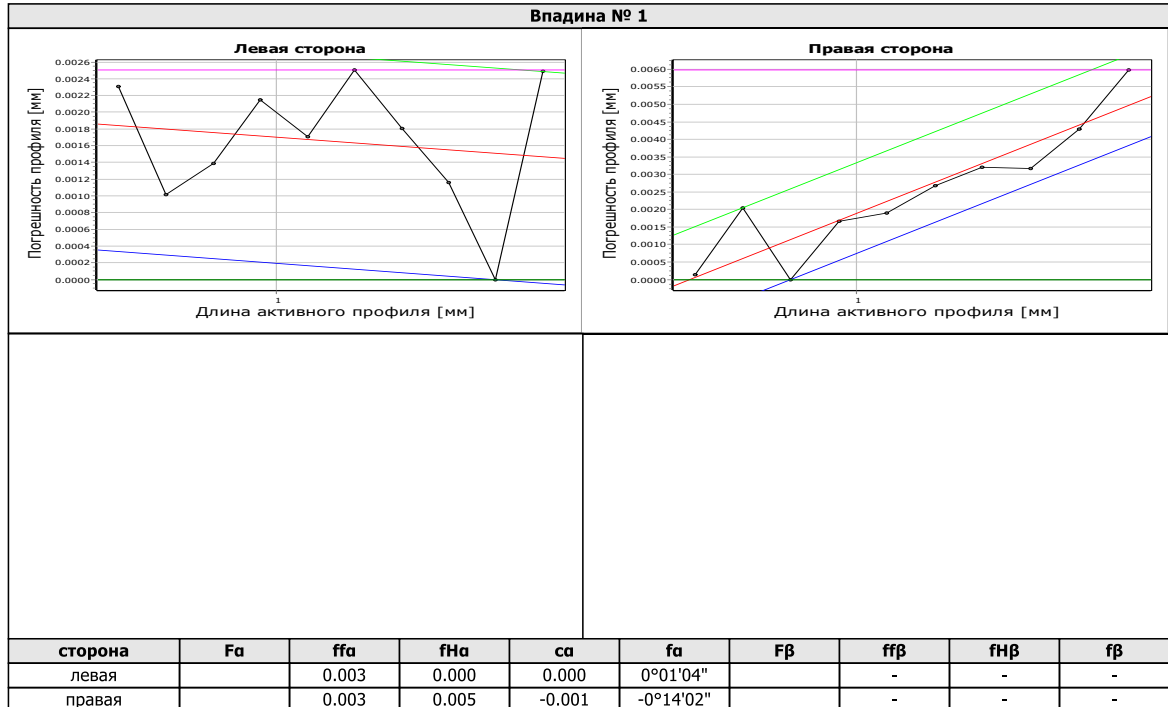
Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.5.4-1](#).



Оператор: Лаптев

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Цилиндрический архимедов червяк		
		Чертеж: Я68.457.117-01	Щуп: TP200 / 0.496 мм	
КИМ-1200	21.08.2013 21:49	Проект: Червяк Я68.457.117-01	Температура: 27.4 °C	
№ 74	Комментарий:	Измерение №: 1		



Оператор: Лаптев

Page 2 of 12

(Подпись)

Рис. 3.5.4-1 Пример отчета по результатам измерений червяка

Отчет по результатам измерений червяка почти полностью аналогичен отчету для цилиндрического эвольвентного колеса. Отличие состоит только в отсутствии допусков и информации о том, в допуске измеренный параметр или нет. Также кроме фактических значений параметров выводятся их отклонения от номинальных. Выводятся графики отклонений профиля и винтовой линии червяка. Описание графиков см. в п. [3.1.4](#).

3.6 Контроль шлица

3.6.1 Создание шлица

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Шлицы» на экране появится окно задания параметров шлица.

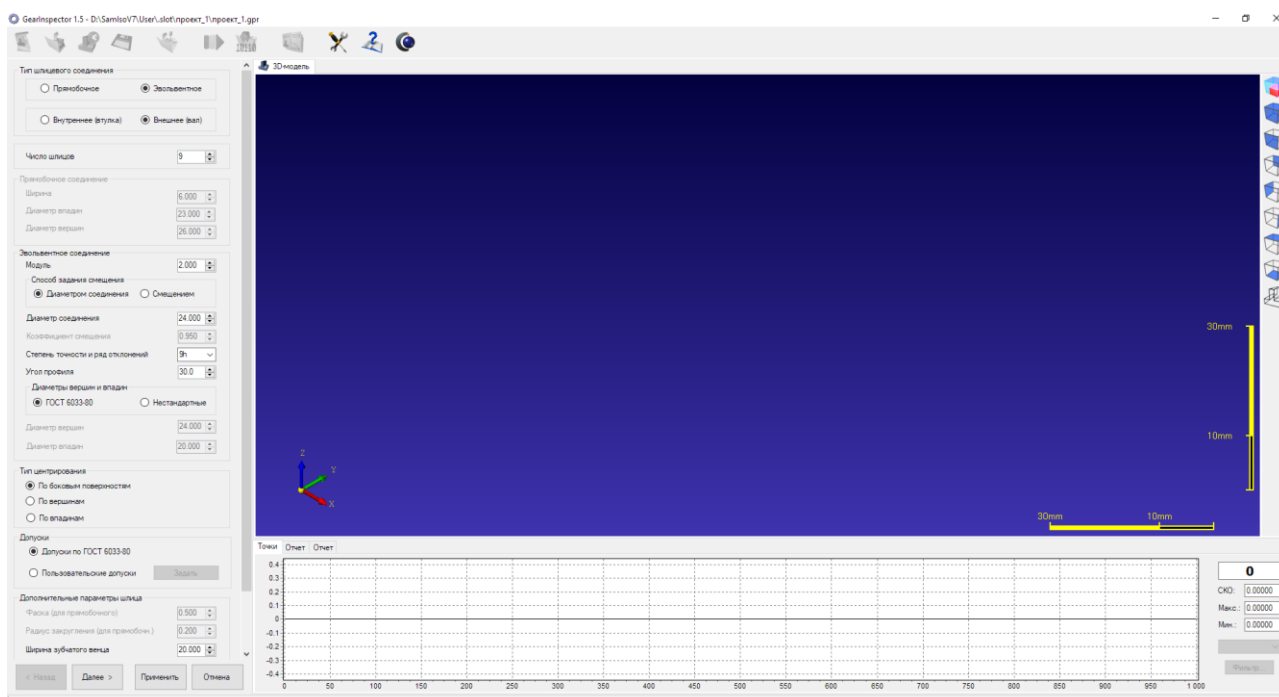


Рис. 3.6.1-1 Окно задания параметров шлица

В окне задания параметров шлица отображены следующие чертежные данные:

- **Тип шлицевого соединения**
 - Прямоугольное или эвольвентное
 - Внутреннее (втулка) или внешнее (вал)
- **Число шлицов**
- **Прямоугольное соединение**
 - Ширина
 - Диаметр впадин
 - Диаметр вершин
- **Эвольвентное соединение**
 - Модуль

- **Способ задания смещения:** - диаметром соединения или коэффициентом смещения
- **Диаметр соединения** (если выбран такой способ задания смещения)
- **Коэффициент смещения** (если выбран такой способ задания смещения)
- **Степень точности и ряд отклонений**
- **Угол профиля** (если не по ГОСТ 6033-80)
- **Диаметры вершин и впадин:** по ГОСТ 6033-80 или нестандартные
- **Диаметр вершин** (если нестандартный)
- **Диаметр впадин** (если нестандартный)
- **Тип центрирования**
 - По боковым поверхностям
 - По вершинам
 - По впадинам
- **Допуски**
 - Допуски по ГОСТ 6033-80
 - Пользовательские допуски
 - Толщина зуба
 - Накопленная погрешность шага
 - Радиальное биение
 - Наклон линии зуба
 - Размер по роликам
 - Размер по общей нормали
- **Дополнительные параметры шлица**
 - **Фаска (для прямобочного)** – в текущей версии не задействован
 - **Радиус скругления (для прямобочного)** – в текущей версии не задействован
 - **Ширина зубчатого венца**
- **Термокомпенсация** – задается аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. [3.1.1](#)).

Блок «Прямобочное соединение» доступен для редактирования только при выборе прямобочного типа соединения, а блок «Эвольвентное соединение» - при выборе эвольвентного типа соединения.

Задайте параметры шлица и нажмите кнопку *«Далее»*.

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

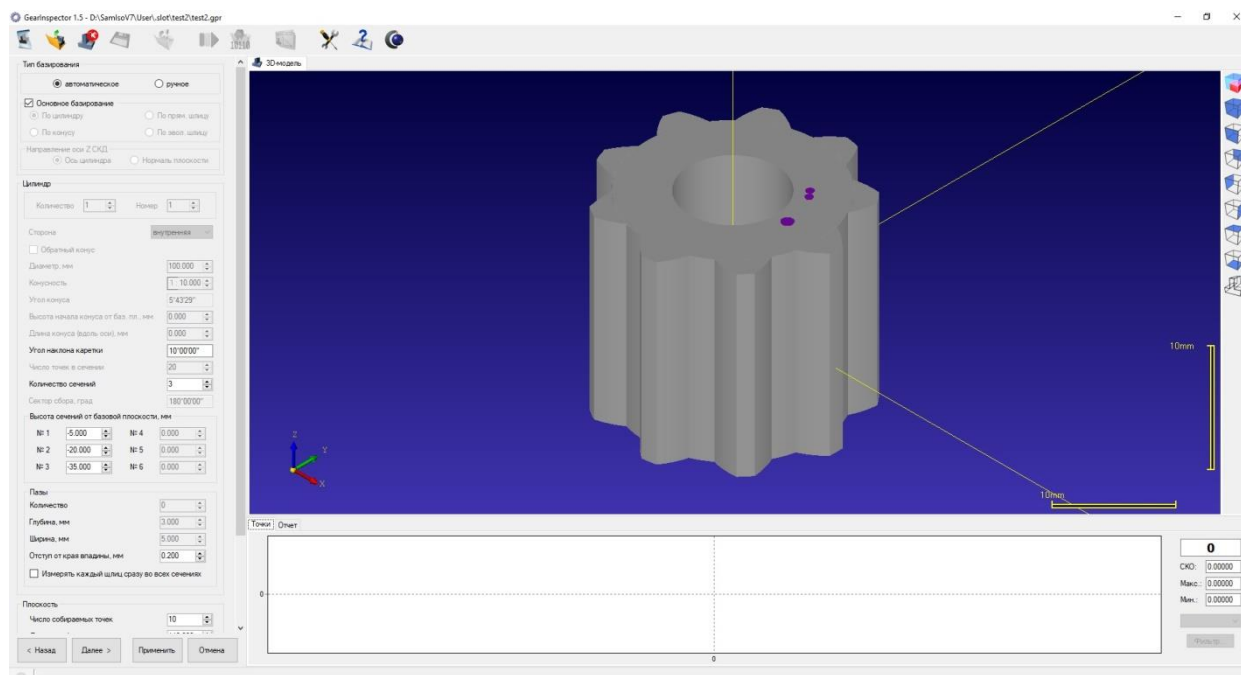


Рис. 3.6.1-2 Окно задания параметров базирования шлица

Окно задания параметров базирования почти аналогично окнам задания параметров базирования для других типов деталей. Но здесь в верхней части задания блока типа базирования («По цилиндру», «По конусу», «По прям. шлицу», «По эвол. шлицу») есть чекбокс – «Основное базирование», в который можно поставить птичку и тогда базирование будет по самому измеряемому шлицу, а не по какой-то другой поверхности («По цилиндру» и т.д.). В этом случае базирование будет аналогично базированию по цилиндру, но для редактирования будут открыты только следующие параметры:

- **Цилиндр**
 - **Угол наклона каретки**
 - **Количество сечений**
 - **Высота сечений от базовой плоскости**
- **Пазы**
 - **Отступ от края впадины**
 - **Измерять каждый шлиц сразу во всех сечениях**
- **Плоскость**
 - **Число собираемых точек**
 - **Диаметр сбора**
 - **Уровень относительно зубчатого венца**
- **Фильтрация**
 - **Выдавать запрос на фильтрацию точек**

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения шлица.

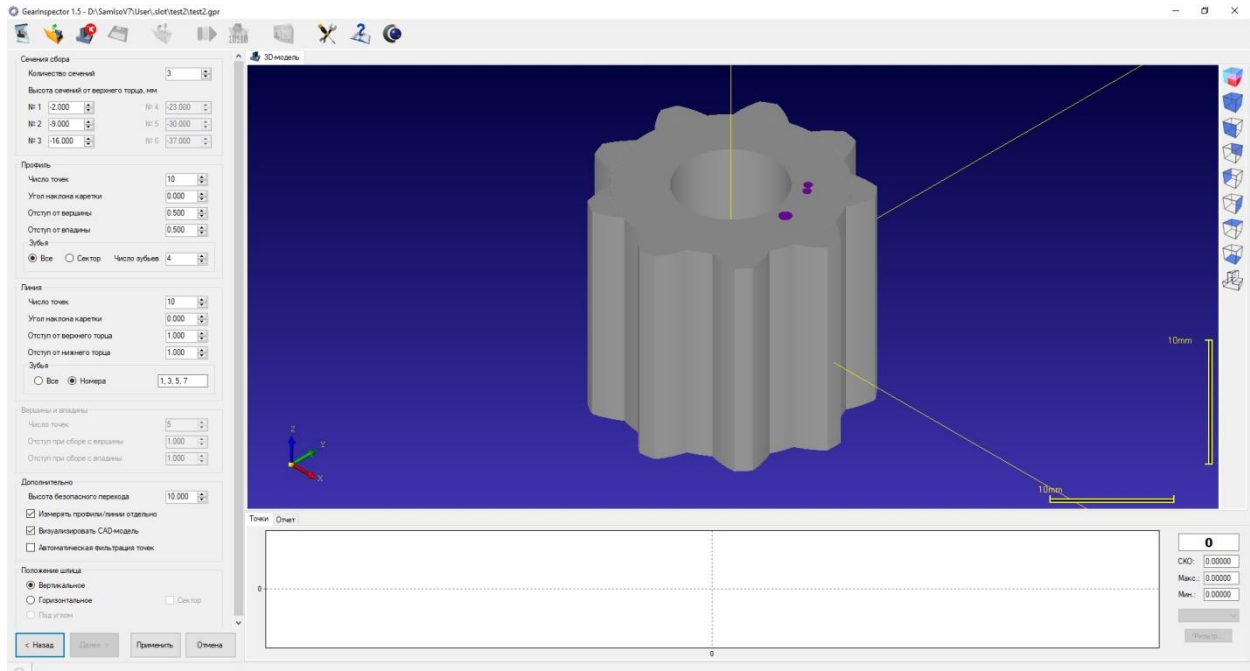


Рис. 3.6.1-3 Окно задания параметров измерения шлица

Ниже приведено краткое описание параметров измерения шлица.

- **Сечения сбора**
 - **Количество сечений** – указывает количество сечений для сбора по профилю
 - **Высота сечений от верхнего торца** – т.е. высота сечений относительно верхней кромки зубчатого венца
- **Профиль**
 - **Число точек**
 - **Угол наклона каретки**
 - **Отступ от вершины**
 - **Отступ от впадины**
 - **Зубья** – указывается количество зубьев для измерения профиля. Могут быть измерены все зубья или сектор. В случае сектора нужно задать количество зубьев для измерения.
- **Линия**
 - **Число точек**
 - **Угол наклона каретки**
 - **Отступ от верхнего торца** - т.е. отступ от верхней кромки зубчатого венца
 - **Отступ от нижнего торца** - т.е. отступ от нижней кромки зубчатого венца

- **Зубья** – указывает, какие зубья будут измерены для контроля линии зуба. Можно измерить все зубья или указать через запятую номера зубьев, которые требуется проконтролировать.
- **Вершины и впадины** (только для прямобочного шлица)
 - **Число точек**
 - **Отступ при сборе с вершины** – отступ от левой и правой кромки
 - **Отступ при сборе с впадины** – (отступ от левой и правой кромки)
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**
 - **Измерять профили/линии отдельно**
 - **Визуализировать CAD-модель** (на экране, при измерении в SamIso)
 - **Автоматическая фильтрация точек**
- **Метод измерения (точечный или сканирование)** - аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. [3.1.1](#))
- **Положение детали**
 - **Вертикальное** – ось шлица направлена по оси Z машины
 - **Горизонтальное** – ось шлица направлена по оси X машины, в этом случае галочка «Сектор» разблокирована, и можно задать один из двух способов измерения в горизонтальном положении
 - **Сектор** – при задании сектора измеряться будет только верхний сектор шлицов. Это так называемое горизонтальное измерение сектора и оно применяется в случае, если сам шлиц находится посередине длинного вала. Если сектор не задан, то измеряются все зубья шлица. Это так называемое горизонтальное полное измерение, и оно применяется в случае, если шлиц находится в конце длинного вала

ВНИМАНИЕ! Разрешены (+) только следующие варианты режима сканирования.

Тип шлица	Без обратной связи		С обратной связью (по отдельным зубьям)
	Один проход (по отдельным зубьям)	Двойной проход (по отдельным зубьям)	
Прямобочный	+	+	+
Эвольвентный	+	+	+

Замечания и рекомендации по использованию режима сканирования с наклоном каретки такие же, как и для цилиндрического эвольвентного колеса (см. п. [3.1.1](#)).

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.6.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «OK» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.6.2 Измерение шлица

ВНИМАНИЕ! Все параметры шлица, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Для измерения в вертикальном положении нужно предварительно откалибровать вертикально расположенный щуп.

Для горизонтального полного измерения нужно предварительно откалибровать щуп, повернутый против оси X СКМ (угловое положение $A=90^\circ$, $B=180^\circ$).

Для горизонтального измерения сектора нужно только предварительно создать щуп с поворотной головкой Renishaw и нажать в редакторе щупов кнопку «Калибровать». Сама же реальная калибровка будет вызываться из соответствующей DMIS-программы. Она же рассчитает и положения, необходимые для калибровки. Причем, если щуп уже надлежащим образом откалиброван, то его достаточно будет только установить.

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Если положение шлица во вкладке «Измерение» было выбрано вертикальным, то деталь устанавливается следующим образом.

Шлиц устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Торцевое сечение зубчатого венца должно быть параллельно плоскости XY системы координат машины (СКМ), т.е. рабочему столу. Строго соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. Один из пазов следует ориентировать следующим образом: ось OX СКМ проходит (приблизительно) через центр паза.

Если же положение шлица во вкладке «Измерение» было выбрано горизонтальным, то деталь устанавливается по другому.

Шлиц устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Торцевое сечение зубчатого венца должно быть параллельно плоскости YZ системы координат машины (СКМ). Строго соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. Один из пазов следует ориентировать следующим образом: ось OZ СКМ проходит (приблизительно) через центр паза.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z совпадает с осью вращения шлица. Плоскость XY совпадает с плоскостью верхнего торца. Ось X проходит через центр некоторой, заранее выбранной впадины.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-Программа попросит пользователя выбрать один из двух вариантов базирования. В одном случае, базировка стартует, когда щуп находится над базовой плоскостью, в направлении оси ОХ СКМ, проведенной через центр базового отверстия, примерно на диаметре сбора с базовой плоскости. В другом – над центром базового отверстия (в 1-2 мм по высоте над базовой плоскостью). Это аналогично базировке при измерении цилиндрических зубчатых колес.

Процесс базирования проходит в несколько этапов:

- «Грубая» базировка по плоскости — собирается одна точка с базовой плоскости для определения приблизительного ее местонахождения.
- «Грубая» базировка по внешнему цилиндру — измеряются две различные впадины снятием точки с дна, двух точек с боковых поверхностей и по одной точке с прилегающих вершин. Перед измерением каждой впадины система подведет к ее центру щуп и попросит уточнить его положение (если это нужно). Для уточнения положения щупа нужно с помощью джойстика поставить его над центром впадины (не меняя его высоты).
- «Грубая» базировка по плоскости – собирается несколько точек с базовой плоскости для определения приблизительного ее местоположения в пространстве.
***Замечание.** «Грубая» базировка проходит с увеличенными отходами (задаются в Параметрах измерения).*
- «Точная» базировка по плоскости – определение начала по ХОУ.
- «Точная» базировка по внешнему цилиндру – определение оси ОZ СКД.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

DMIS-программа предлагает последовательно произвести два вида измерений:

- 1) **Измерение профиля** – сбор точек с профилей зубьев, для последующего определения погрешности профиля, погрешности шагов и т.п.
- 2) **Измерение линии** – сбор точек с линий зуба, для последующего определения погрешностей линии зуба.

При этом каждое из таких измерений можно произвести не более одного раза.

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с той впадины, на которой прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «ОК».

Если выбрано измерение горизонтального сектора, то работа программы очень похожа на работу аналогичных программ для измерения валов.

3.6.3 Просмотр результатов измерения шлица

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика (см. рис. [3.6.3-1](#)). Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек (см. рис. [3.6.3-2](#)).

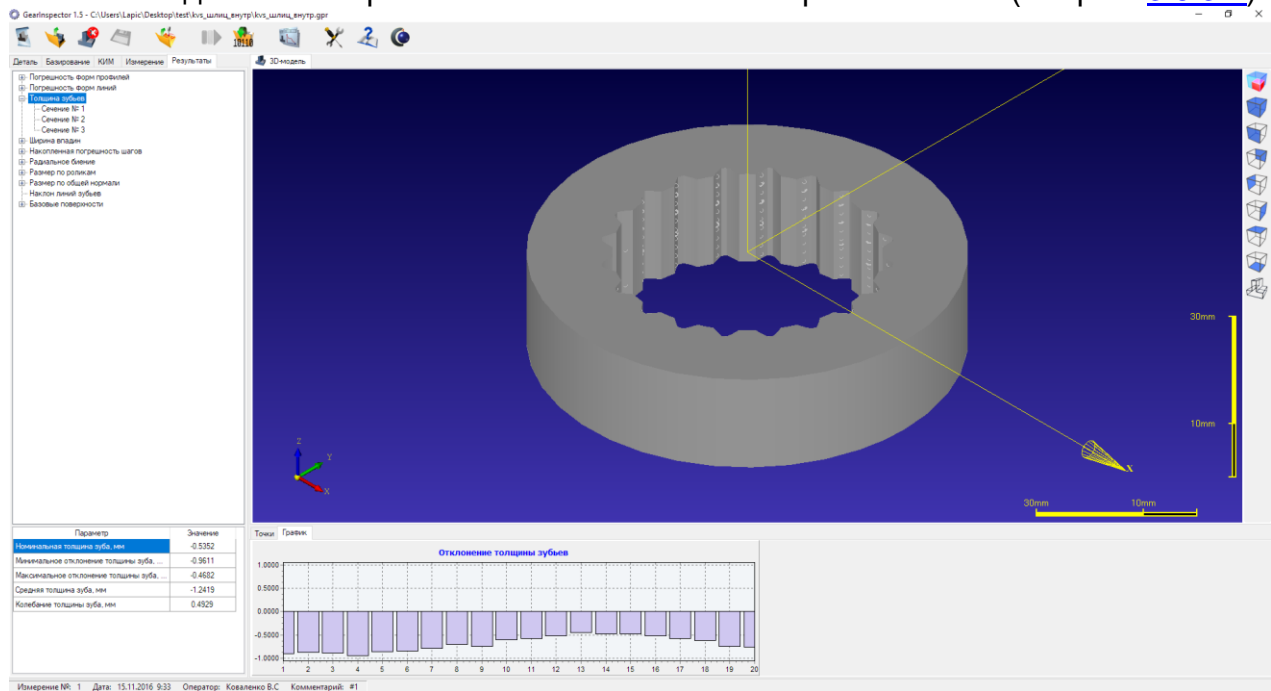


Рис. 3.6.3-1 Табличное и графическое отображение результатов расчета

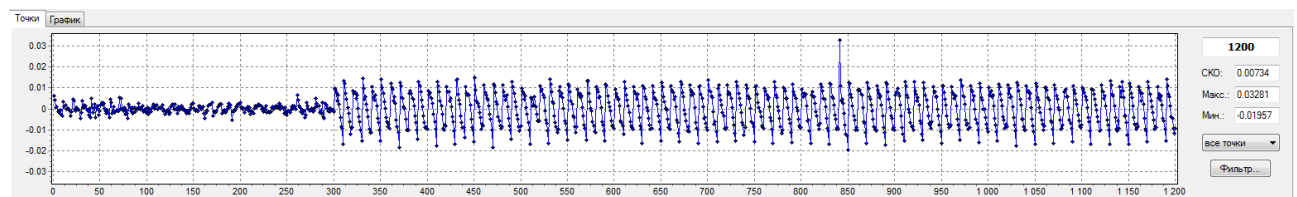


Рис. 3.6.3-2 Гистограмма отклонений всех измеренных точек

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек. Отдельно можно посмотреть и отфильтровать точки, измеренные с профилей и линий зубьев.

Толщина зубьев, ширина впадин, накопленная погрешность шага, радиальное биение, размер по роликам, размер по общей нормали и наклон линий зубьев выводятся в виде графиков-гистограмм.

Графики погрешностей формы профиля зубьев и погрешностей формы линий шлица выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

3.6.4 Отчет по результатам измерения шлица

Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Для настройки выводимой в отчет информации служит вкладка «Отчет». Перед выводом отчета в этой вкладке можно отметить, какие измеренные параметры выводить в таблицу, какие гистограммы и графики отклонений.

Точки Отчет

Тип

- ☒ Профили
- ☐ Линии
- ☐ Сетки

Сечения

- ☒ Сечение № 1
- ☒ Сечение № 2



Гистограммы

- ☐ Накопленная погрешность
- ☐ Отклонение по толщине и радиальное биение
- ☐ Отклонения по роликам и общей нормали

Графики

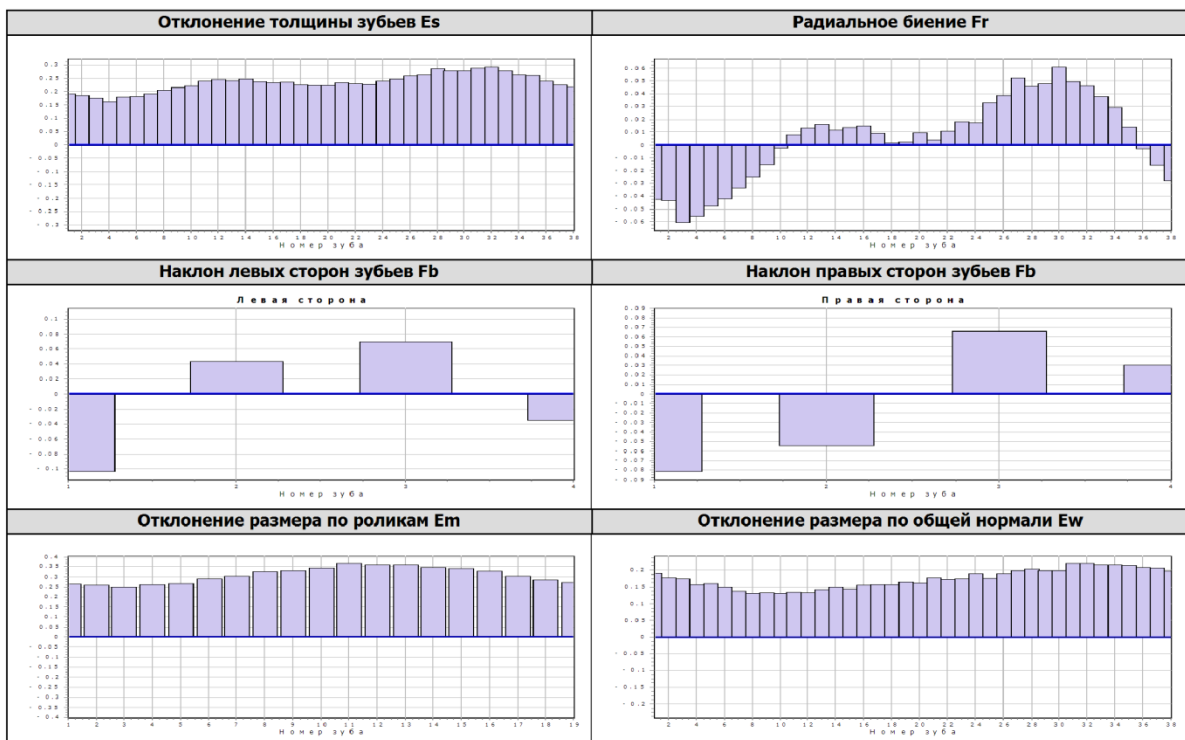
- ☒ Зуб № 1
- ☐ Зуб № 2
- ☐ Зуб № 3
- ☐ Зуб № 4
- ☐ Зуб № 5
- ☐ Зуб № 6
- ☐ Зуб № 7
- ☐ Зуб № 8
- ☐ Зуб № 9

Пример отчета показан – см. рис. [3.6.4-1](#).




		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Эвольвентный шлиц	
		Чертеж:	Щуп: TP200 / 1.995 мм
КИМ-1200	02.07.2020 15:50	Проект: Шигры_эвольв_внеш_м2_з38	Температура: 20.8 °C
№ 74	Комментарий: Деталь № 11		Измерение №: 11

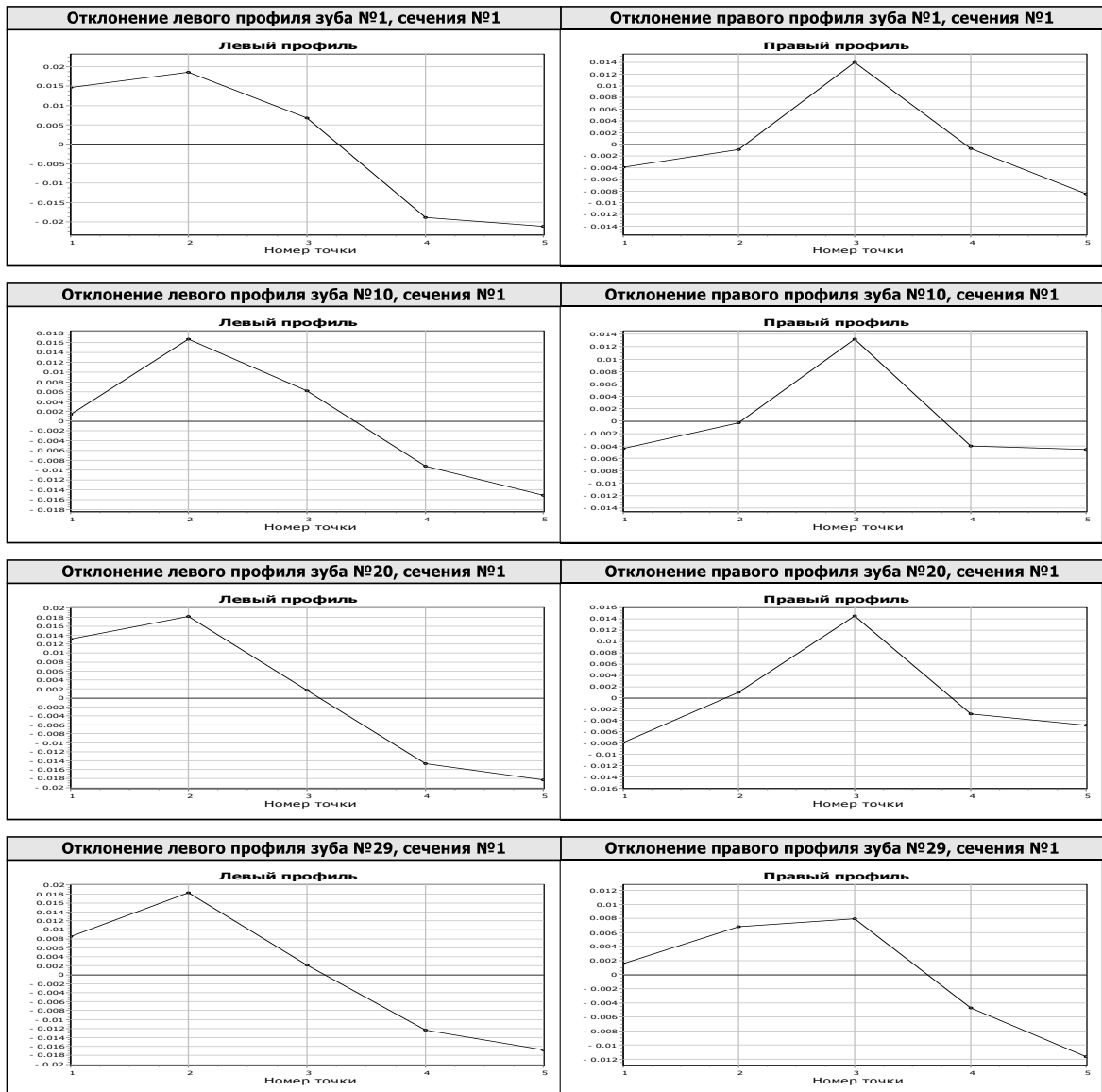
Параметры		Базовый цилиндр	
Тип шлица	эвольвентный	Диаметр, мм	79.869
Тип поверхности	внешняя (вал)	Цилиндричность, мм	0.028
Число зубьев z	38	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.007
Модуль m	2.000	Базовая плоскость Плоскостность, мм 0.002 Среднеквадратичное отклонение, мм 0.000	
Диаметр соединения D	79.500		
Степень точности по ГОСТ 6033-80	9h		
Ширина зубчатого венца	47.000		
Номинальная толщина зуба S, мм	3.892		
Длина общей нормали W (nz = 7), мм;	39.557		
Размер по ролику M (Dm = 4.000), мм;	83.622		

Показатели точности по ГОСТ 6033-80		Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Отклонение толщины зуба (max/min)	Es	0.000 / 0.000	0.292 / 0.162	0.292 / 0.162	100+ / 100+
Отклонение средней толщины зуба		-	0.000	-	-
Радиальное биение	Fr	0.000	0.137	0.137	100+
Отклонение размера по роликам (max/min)	Em	0.000 / 0.000	0.417 / 0.294	0.417 / 0.294	100+ / 100+
Отклонение среднего размера по роликам		-	0.357	-	-
Отклонение размера по общей нормали (max/min)	Ew	0.000 / 0.000	0.256 / 0.154	0.256 / 0.154	100+ / 100+
Отклонение среднего размера по общей нормали		-	0.202	-	-
Максимальный наклон линии зуба	Fb	0.000 / 0.000	-0.104	-0.104	100-
Накопленная погрешность шага (левого/правого)		0.000	0.186 / 0.108	0.186 / 0.108	100+ / 100+
Максимальная погрешность шага (левого/правого)		-	0.000 / 0.000	-	-
Соосность оси шлица относительно базовой оси		0.020	0.049	0.029	100+

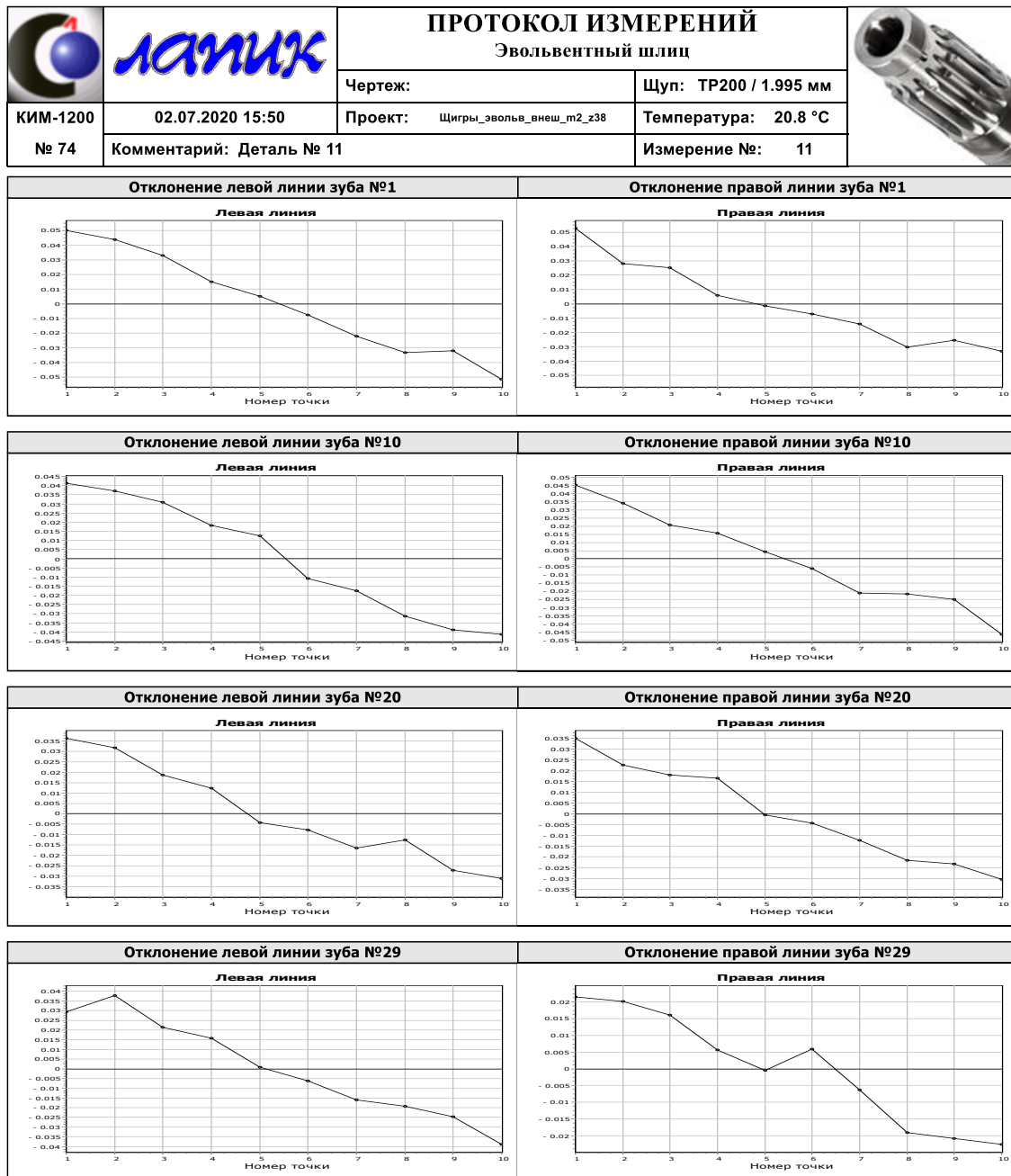


Оператор: _____ (Подпись)

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Эвольвентный шлиц		
		Чертеж:	Щуп: TP200 / 1.995 мм	
КИМ-1200	02.07.2020 15:50	Проект: Щигры_эвольв_внеш_m2_z38	Температура: 20.8 °C	
№ 74	Комментарий: Деталь № 11	Измерение №: 11		



Оператор: _____



Оператор: _____

Page 3 of 3

(Подпись)

Рис. 3.6.4-1 Пример отчета по результатам измерений шлица

Отчет по результатам измерений шлица аналогичен отчетам для деталей других типов. Но результаты выводятся только для первого сечения сбора профилей.

3.7 Контроль рейки

3.7.1 Создание рейки

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Рейки» на экране появится окно задания параметров рейки.

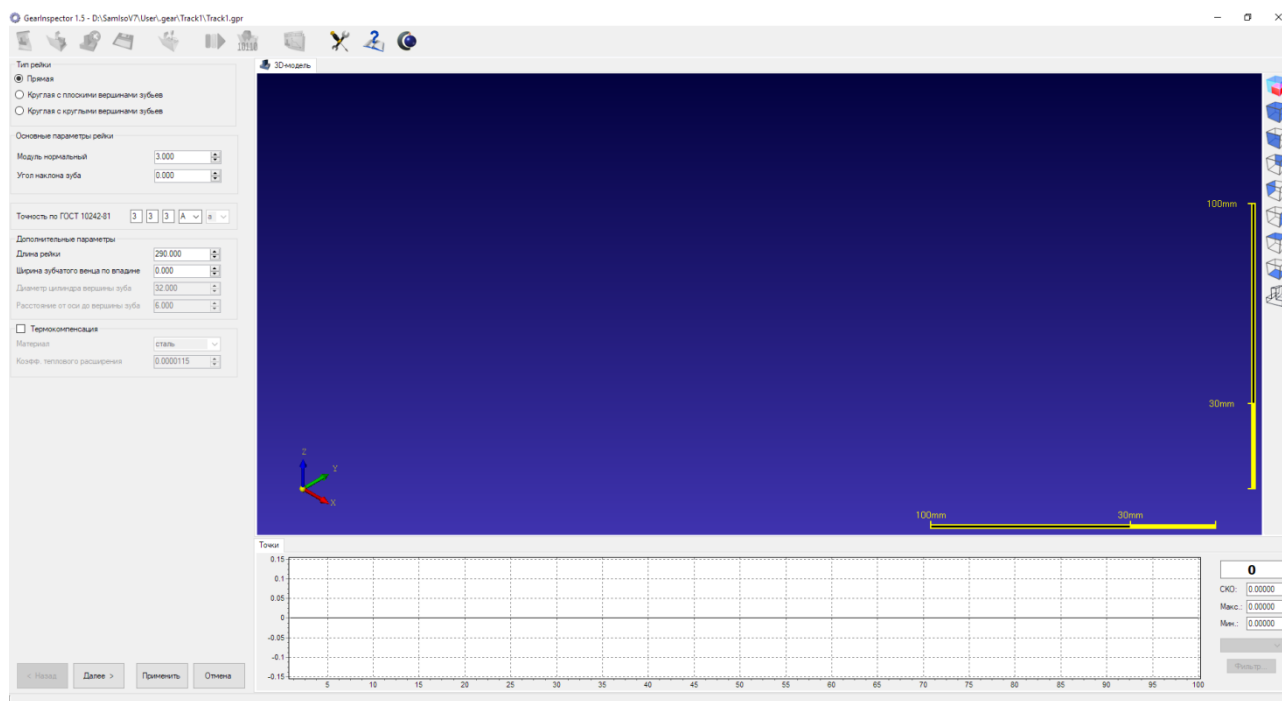


Рис. 3.7.1-1 Окно задания параметров рейки

В окне задания параметров рейки отображены следующие чертежные данные:

- **Тип рейки**
 - **Прямая** – с плоскими вершинами и венцами зубьев
 - **Круглая с плоскими вершинами зубьев** – плоские вершины, но круглые венцы зубьев
 - **Круглая с круглыми вершинами зубьев** – круглые вершины и венцы зубьев
- **Основные параметры рейки**
 - **Модуль нормальный**
 - **Угол наклона зуба**
- **Степени точности по ГОСТ 10242-81**
- **Дополнительные параметры**
 - **Длина рейки**
 - **Ширина зубчатого венца по впадине** – задается только для прямой рейки
 - **Диаметр цилиндра вершины зуба** – задается только для круглой рейки
 - **Расстояние от оси до вершины зуба** – задается только для круглой рейки с плоскими вершинами зубьев
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.

- **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.
- Задайте параметры рейки и нажмите кнопку «Далее».

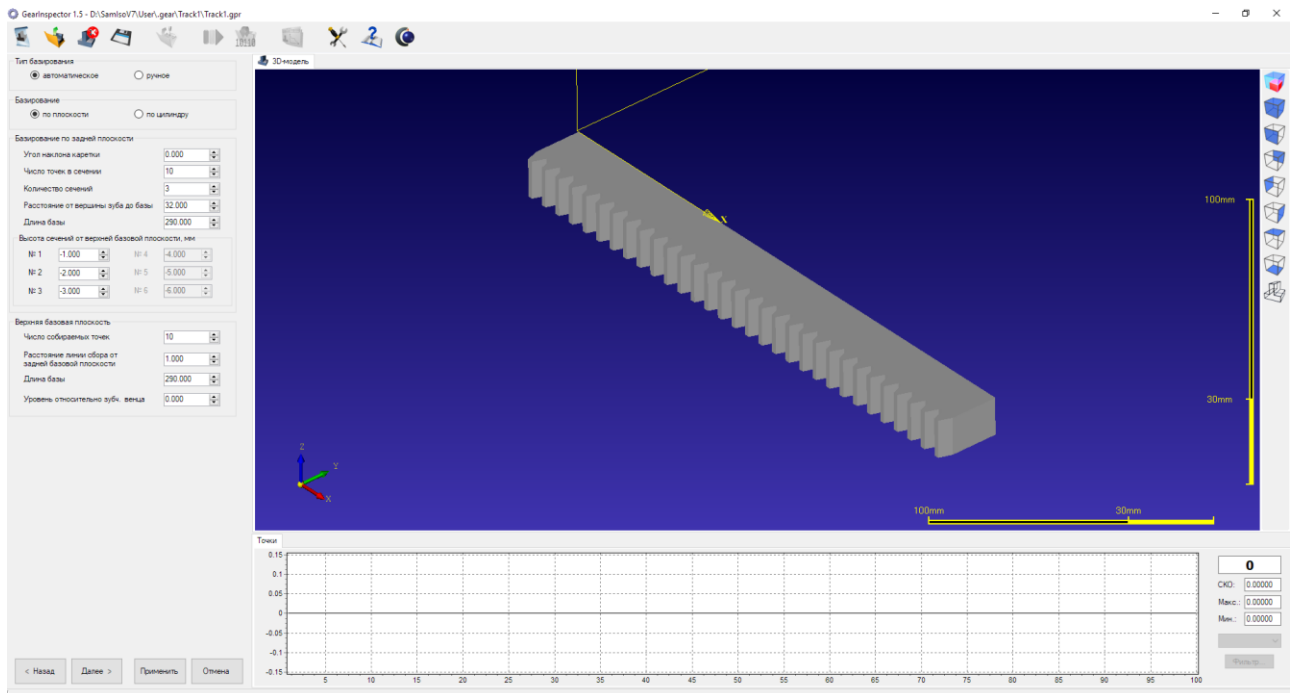


Рис. 3.7.1-2 Окно задания параметров базирования рейки

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

В этом окне можно отказаться от автоматизированного базирования. Если же принимается автоматизированное базирование, то можно выбрать два типа такого базирования: базирование по плоскости и базирование по цилиндру.

Однако, для круглой рейки базирование может быть задано только по цилиндру и в этом случае базовый цилиндр должен быть соосным с цилиндром вершин рейки.

В случае первого типа базирования задаются следующие параметры:

- **Базирование по задней плоскости** — это плоскость, противоположная стороне зубчатого венца (по ней проходит базирование и установка оси Y)
 - Угол наклона каретки
 - Число точек в сечении
 - Количество сечений
 - Расстояние от вершины зуба до базы
 - Длина базы
 - Высота сечений от верхней базовой плоскости, мм
- **Верхняя базовая плоскость** - это плоскость, расположенная сверху от стороны зубчатого венца. По ней собирается линия.
 - Число собираемых точек
 - Расстояние линии сбора от задней базовой плоскости
 - Длина базы
 - Уровень относительно зубчатого венца

В случае второго типа базирования (по цилиндру) задаются следующие параметры:

- **Базирование по цилиндру**
 - **Диаметр**
 - **Угол наклона каретки** – задается только для случая съема точек с полного цилиндра (см. типы съема точек с цилиндра)
 - **Число точек в сечении**
 - **Количество сечений**
 - **Расстояние от оси до вершины зуба** – задается только для прямых реек
 - **Уровень сечений от базовой плоскости по X, мм**
- **Тип съема точек с цилиндра**
 - **Задний полуцилиндр** – полуцилиндр, располагающийся с противоположной от зубьев стороне рейки. В этом случае щуп должен быть откалиброван в положениях 0, 0 и 90, -90
 - **Верхний полуцилиндр** – полуцилиндр, располагающийся сверху. В этом случае достаточно откалибровать щуп в положении 0, 0
 - **Полный цилиндр** – это случай, когда точки собираются по полному цилиндру, расположенному справа. В этом случае щуп должен быть откалиброван в положениях 0, 0 и 90, 180
- **Базирование по впадинам зубьев** – по впадинам зубьев рассчитывается плоскость, по которой устанавливается ось -Y.
 - **Угол наклона каретки**
 - **Число впадин зубьев** – по ним будут собираться точки
 - **Количество сечений**
 - **Высота сечений от верхней кромки зуба, мм**

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения рейки.

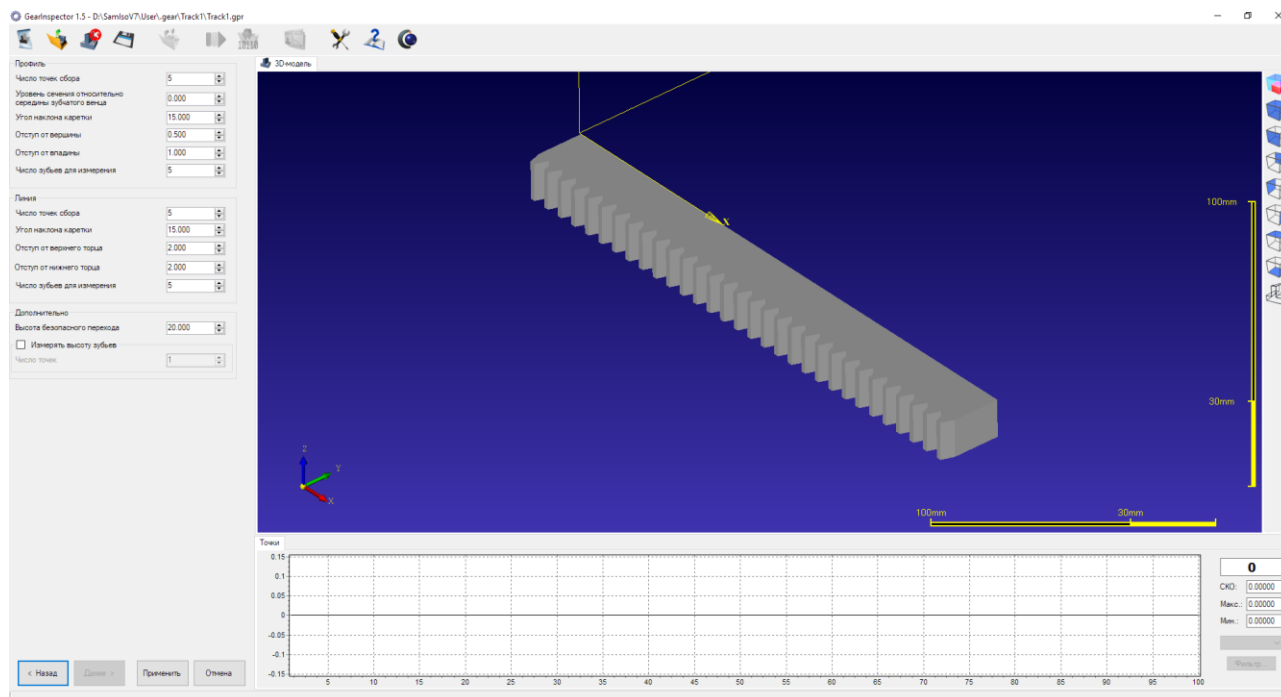


Рис. 3.7.1-3 Окно задания параметров измерения рейки

Ниже приведено краткое описание параметров измерения рейки.

- **Профиль**
 - Число точек сбора
 - Уровень сечения относительно середины зубчатого венца
 - Угол наклона каретки
 - Отступ от вершины
 - Отступ от впадины
 - Число зубьев для измерения
- **Линия**
 - Число точек сбора
 - Угол наклона каретки
 - Отступ от верхнего торца - т.е. отступ от верхней кромки зубчатого венца
 - Отступ от нижнего торца - т.е. отступ от нижней кромки зубчатого венца
 - Число зубьев для измерения
- **Дополнительно**
 - Высота безопасного перехода
 - Измерять высоту зубьев — если отмечено, то будет измерение высоты зубьев
 - Число точек — на вершинах и впадинах для измерения высоты зубьев

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.7.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «OK» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.7.2 Измерение рейки

ВНИМАНИЕ! Все параметры рейки, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Рейка устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Торцевое сечение зубчатого венца должно быть параллельно плоскости XY системы координат машины (СКМ), т.е. рабочему столу. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. Плоскость зубчатых венцов должна быть приблизительно параллельна плоскости XZ СКМ и повернутой к оператору.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Y параллельна нормали плоскости задней базы, т.е. плоскости, противоположной плоскости зубчатых венцов (или нормали плоскости впадин зубьев, если у нас базирование по цилиндру). Плоскость XZ совпадает с этой же плоскостью задней базы (или содержит ось цилиндра, если у нас базирование по цилиндру). Ось X параллельна плоскости верхней базы (плоскость, находящаяся сверху от плоскости зубчатых венцов) (или совпадает с осью цилиндра, если у нас базирование по цилиндру) и расположена в плоскости сечения измерения профилей зубьев. Начало по X совпадает с центром впадины, находящейся слева от первого зуба. Именно по этой впадине, на уровне съема профилей, и производится базирование по X. Начало по Z совпадает с верхним венцом зуба. Причем, для случая круглой рейки ширина зубчатого венца рассчитывается автоматически и она соответствует пересечению средней плоскости рейки с цилиндром вершин.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм от верхнего правого дальнего угла рейки.

Процесс базирования проходит в несколько этапов:

«Грубая» базировка по плоскости — собирается одна точка с верхней плоскости для определения приблизительного ее местонахождения.

Базировка по плоскости задней базы (это плоскость, противоположная плоскости зубчатых венцов и расположенная сзади). По ней установится направление оси Y и начало по Z.

Базировка по плоскости верхней базы (это плоскость, находящаяся сверху от плоскости зубчатого венца). По ней собирается линия, устанавливается направление оси X и уровень для определения начала по Z.

Если же у нас базирование по цилиндру, то DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп на 1-2 мм выше самой верхней точки цилиндра (именно от X-координаты этой точки будут отсчитываться уровни измерения цилиндра). Затем программа измерит цилиндр и построит по нему ось X.

Затем программа снимет точки с впадин зубьев, построит плоскость и установит по ней ось -Y. Но перед этим она попросит поставить щуп в центр впадины слева от первого зуба.

Базировка по впадине. Программа попросит оператора, еще раз не меняя высоты, поставить щуп в центр впадины слева от первого зуба. Далее произойдет базирование и по центру впадины установится начало по X.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

DMIS-программа предлагает последовательно произвести два вида измерений:

Измерение профиля – сбор точек с профилей зубьев, для последующего определения погрешности профиля, погрешности шагов и т.п.

Измерение линии – сбор точек с линий зуба, для последующего определения погрешностей и отклонений линии зуба.

При этом каждое из таких измерений можно произвести не более одного раза.

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того зуба, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «ОК».

3.7.3 Просмотр результатов измерения рейки

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

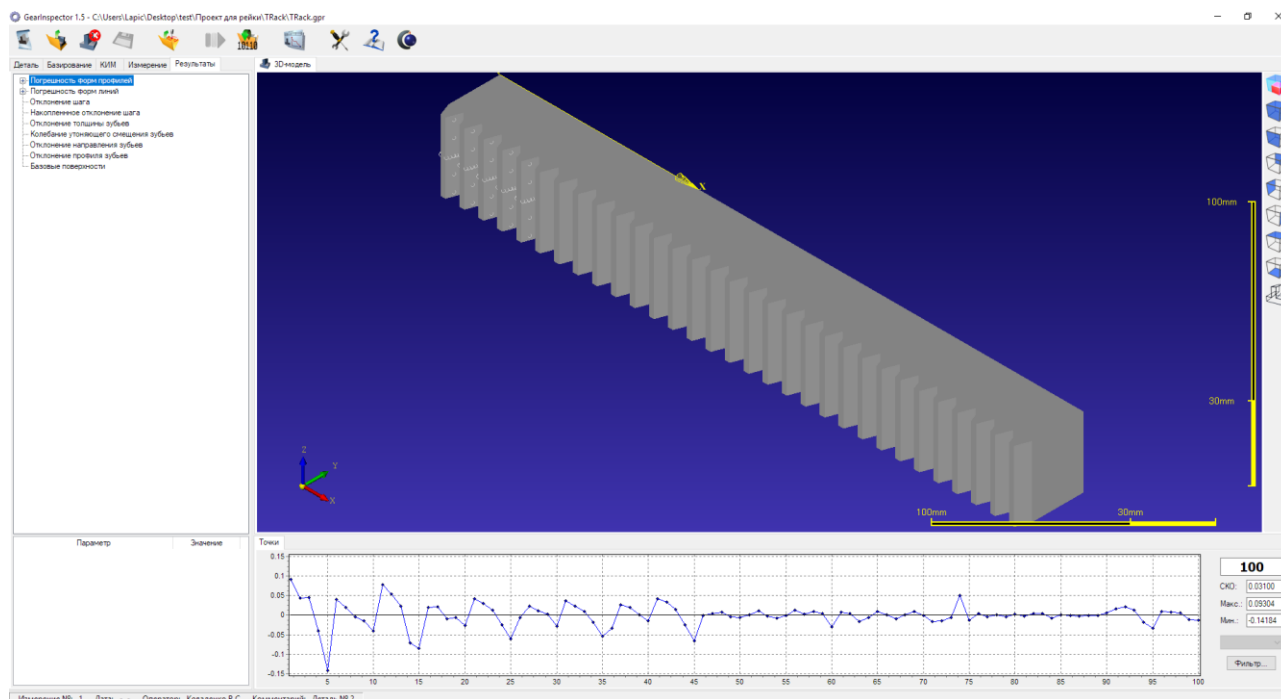


Рис. 3.7.3-1. Табличное и графическое отображение результатов расчета

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Отклонение шага, накопленное отклонение шага, отклонение толщины зубьев, утоняющие смещения зубьев, отклонения направления зубьев и отклонения профиля зубьев выводятся в виде графиков-гистограмм.

Графики погрешностей формы профиля впадин и отклонений формы линии рейки выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

3.7.4 Отчет по результатам измерения рейки

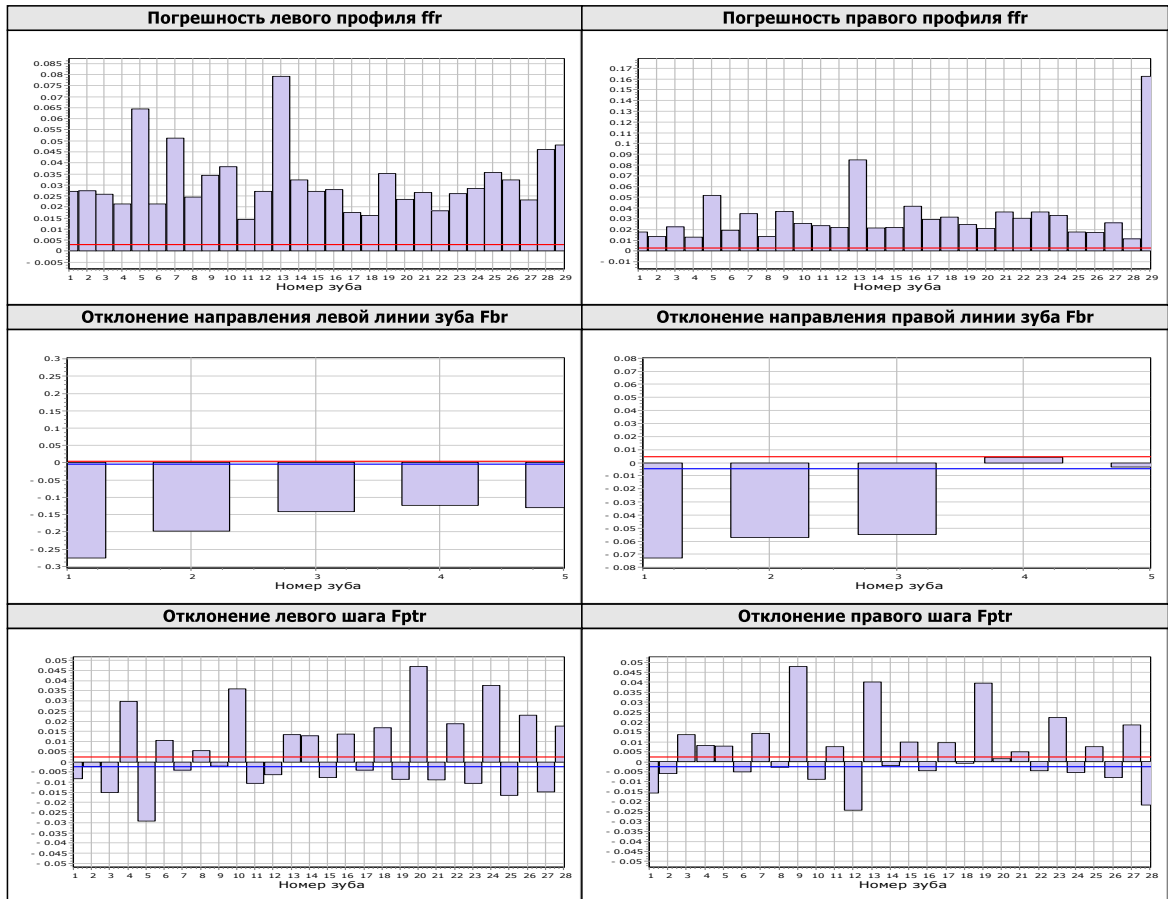
Если в метрологическом программном комплексе SamIso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.7.4.1](#).

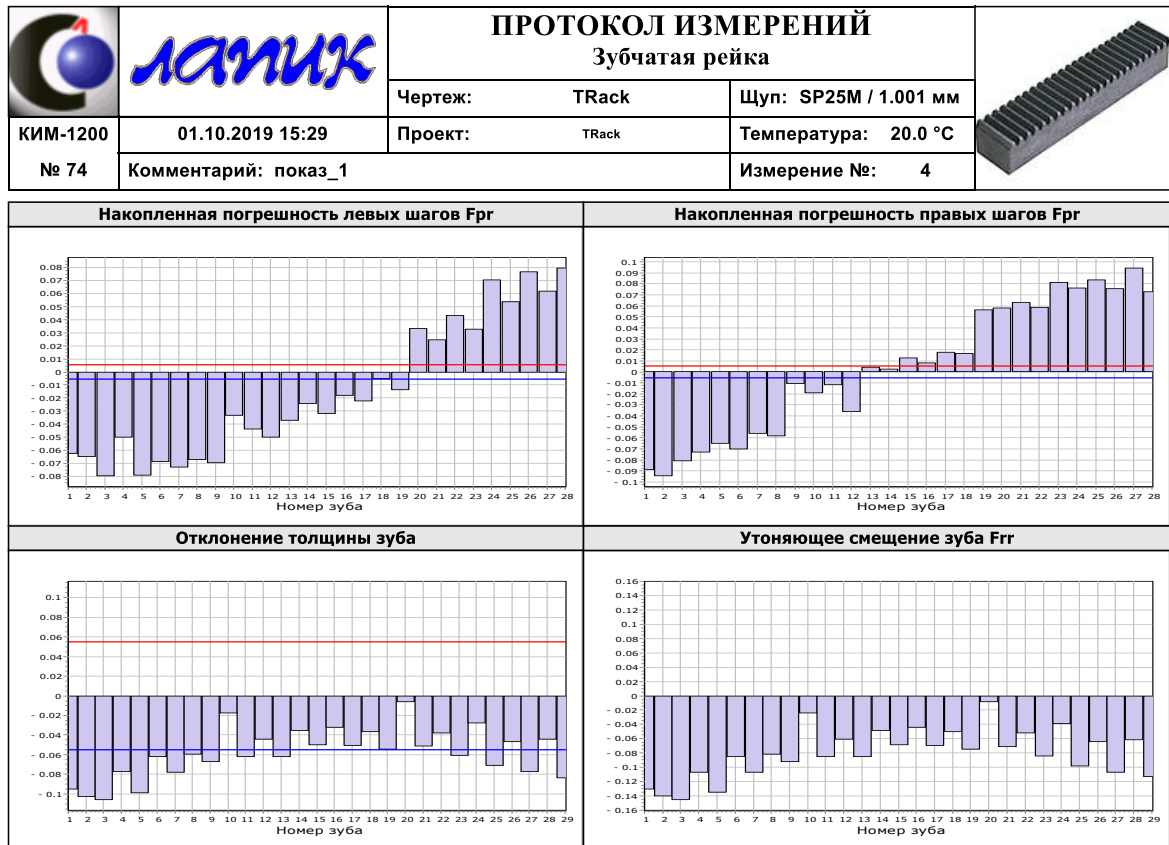
		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Зубчатая рейка		
		Чертеж: TRack	Щуп: SP25M / 1.001 мм	
КИМ-1200	01.10.2019 15:29	Проект: TRack	Температура: 20.0 °C	
№ 74	Комментарий: показ_1		Измерение №: 4	

Параметры		Плоскость задней базы	
Модуль нормальный	3.000	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.007
Угол наклона зуба	0.000	Плоскостность, мм	0.023
Класс точности по ГОСТ 10242-81	3-3-3-Aa	Линия верхней базы	
Ширина рейки	35.000	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.004
Длина рейки	290.000	Прямолинейность, мм	0.012
Расстояние от базы до вершин зубьев	32.000		
Ширина зубчатого венца	35.000		

Показатели точности по ГОСТ 10242-81		Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Максимальная погрешность профиля (лев./прав.)	ffr	0.003	0.079 / 0.163	0.076 / 0.160	100 / 100
Максимальное откл. напр. зуба в минус (лев./прав.)	Fbr	0.005	-0.276 / -0.073	-0.271 / -0.069	-100 / -100
Максимальное откл. напр. зуба в плюс (лев./прав.)	Fbr	0.005	-0.123 / 0.004	-0.119 / -	-100 / 92
Максимальное отклонение шага (лев./прав.)	Fptr	0.003	0.047 / 0.048	0.045 / 0.045	100 / 100
Накопленное отклонение шага (лев./прав.)	Fpgr	0.011	0.134 / 0.167	0.123 / 0.156	100 / 100
Накопленная погрешность шага (лев./прав.)	Fpr	0.013	0.160 / 0.189	0.147 / 0.176	100 / 100
Максимальное отклонение толщины зубьев		0.055	-0.106	-0.051	-100
Колебание утоняющего смещения зубьев	Frr	-	0.137	-	-



Оператор: Коваленко В.С



Оператор: Коваленко В.С

Page 2 of 2

(Подпись)

Рис. 3.7.4-1 Пример отчета по результатам измерений рейки

3.8 Контроль резьб и калибров (с шагом $P \geq 1$)

Предварительные шаги

Замечание:

Все термины и определения, которые относятся к резьбе, установлены по ГОСТ 11708-82.

Программа позволяет измерять калибры и резьбы со следующими параметрами.

Типы деталей:

- a) Калибр для метрической резьбы (ГОСТ 24997-2004),
Метрическая резьба (ГОСТ 9150-81, ГОСТ 16093-2004)
- b) Калибры для трапецеидальной резьбы (ГОСТ 10071-89, ГОСТ 27298-87)
Трапецеидальная резьба (ГОСТ 9484-81, ГОСТ 9562-81, ГОСТ 24739-81)
- c) Калибры для упорной резьбы (ГОСТ 17381-84, ГОСТ 10278-81)
Упорная резьба (ГОСТ 10177-82, ГОСТ 25096-82)
- d) Калибры для упорной усиленной резьбы (ГОСТ 14747-88)
Упорная усиленная резьба (ГОСТ 13535-87)

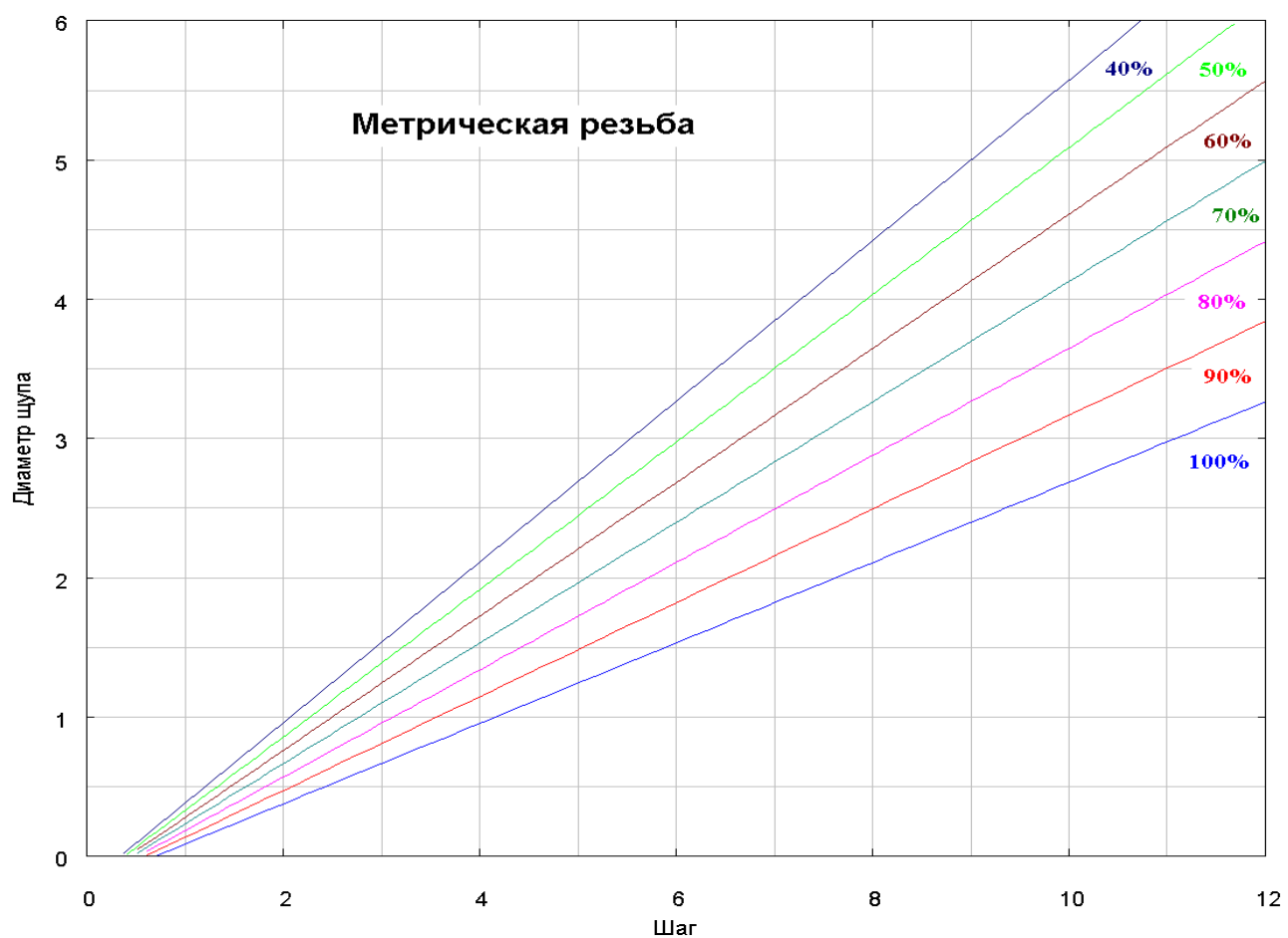
Тип поверхности:	наружная (винт/калибр-пробка) или внутренняя (гайка/калибр-кольцо), правая или левая; однозаходная или многозаходная (для трапецеидальных калибров и резьб);
Шаг резьбы:	не менее 1 мм (это ограничение связано с минимально возможным на сегодняшний день диаметром шарика щупа 0,3 мм);
Наружный диаметр:	максимальный ограничен размерами рабочей зоны КИМ за вычетом габаритов щупа, для гайки должен быть не менее 16 мм (это ограничение связано с минимально возможным на сегодняшний день габаритом щупа);
Длина резьбы:	Не более эффективной длины используемого щупа по вертикали;

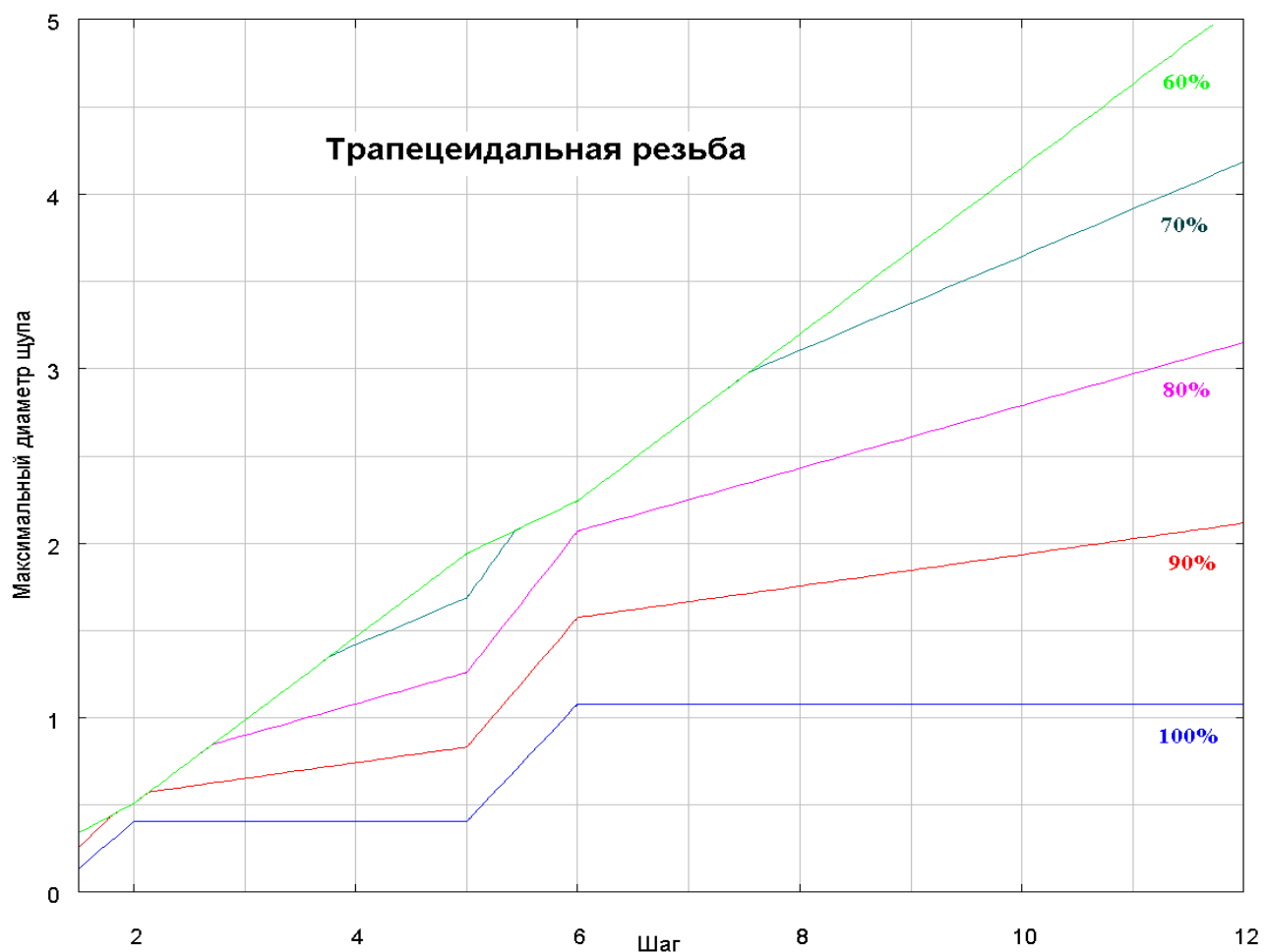
Перед измерением резьбы необходимо:

1. Выяснить параметры измеряемого калибра, а именно:

- a) Номинальный диаметр резьбы (обычно указан на маркировке) или калибра. **ВНИМАНИЕ!** для калибра с укороченным профилем нужно указать номинальный диаметр, а не фактический!
- b) Шаг резьбы.
- c) Количество заходов
- d) Направление захода: левое или правое.
- e) Резьбовой калибр должен иметь обозначение типа по ГОСТ 24939-81 («ПР», «НЕ», «КИ-НЕ» и т.п.)

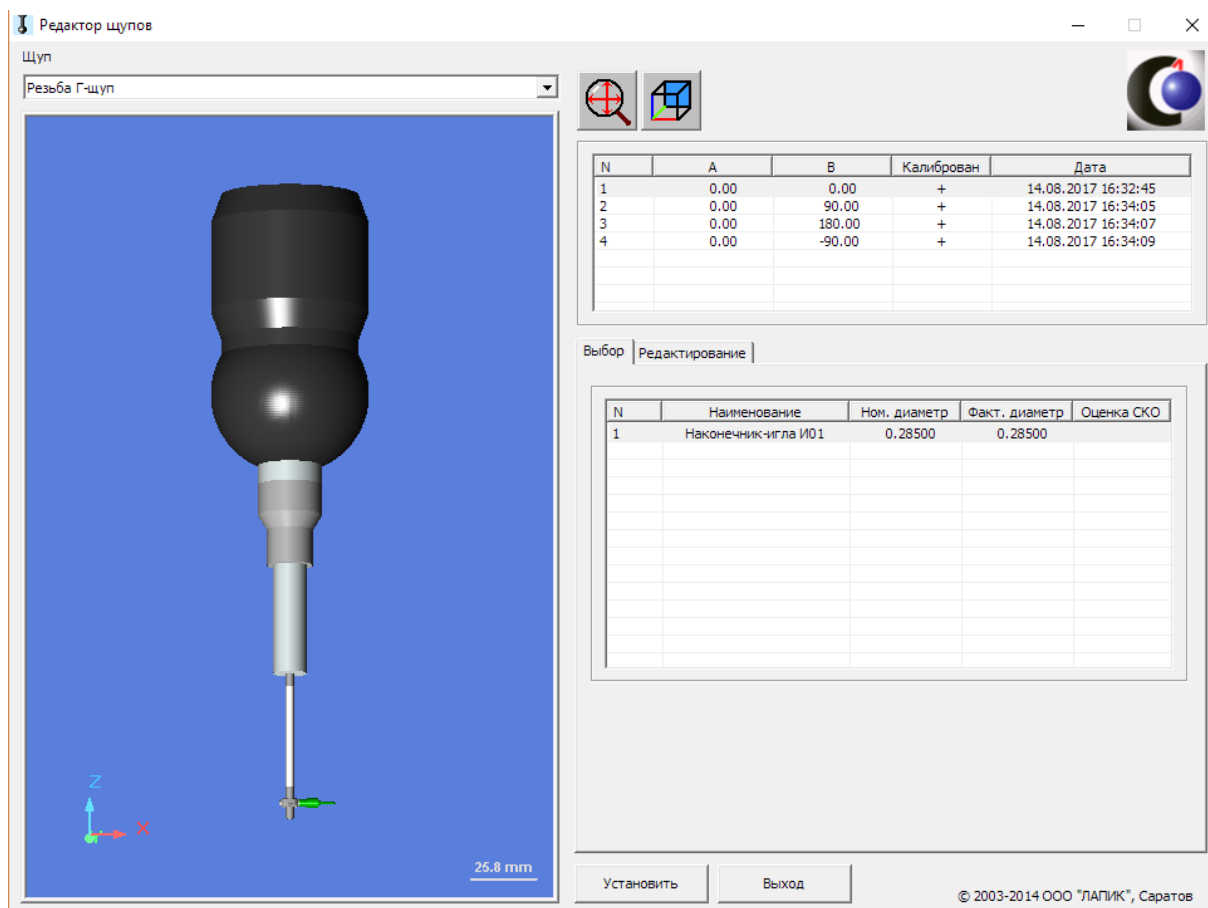
2. Выяснить по графику диаметр щупа, необходимого для измерения. Проценты указывают, какую часть боковой стороны профиля можно измерить для данного шага резьбы и данного щупа. Диаметр щупа необходимо выбрать НЕ больше, чем указано на графике.





3. Установить на КИМ поворотную головку RENISHAW, собрать, если планируется измерение резьбы в вертикальном положении, «Г-образный» щуп и откалибровать щуп в следующих четырех положениях поворотной головки:

- I $A = 0^\circ, B = 0^\circ$;
- II $A = 0^\circ, B = 90^\circ$;
- III $A = 0^\circ, B = 180^\circ$;
- IV $A = 0^\circ, B = -90^\circ$.



Если же планируется измерение резьбы в горизонтальном положении, собрать обычный прямой щуп и откалибровать его в следующих трех положениях поворотной головки:

- I $A = 0^\circ, B = 0^\circ$;
- II $A = 90^\circ, B = 90^\circ$;
- III $A = 90^\circ, B = -90^\circ$.

Для установки поворотной головки, сборки и калибровки щупа обратитесь к п. 4.2 документа «Руководство оператора по работе с системой Samiso» и к «Руководству по эксплуатации».

4. Выяснить «длину резьбы с полным профилем» (см. рис. 3.8-1). Не учитывать величину сбег резьбы, а также фаски на концах резьбы. По возможности, нужно измерить всю резьбу по её длине, если её длина не превышает 500 мм.

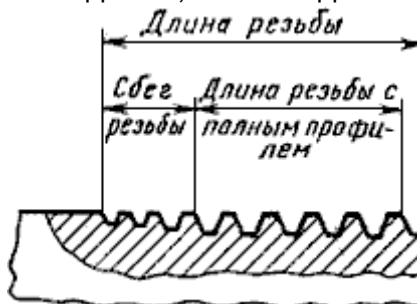


Рис. 3.8-1

5. Закрепить измеряемую деталь, по возможности, в центре рабочей зоны следующим образом:

а) измеряемая деталь должна находиться вертикально (горизонтально). Строгая вертикальность (горизонтальность) не требуется, однако ошибка не должна превышать $\pm 5^\circ$;

б) верхняя плоскость детали должна быть параллельна рабочему столу КИМ (в горизонтальном расположении правая плоскость детали должна быть параллельна плоскости YZ СКМ) (строгая параллельность не требуется);

в) верхний заход резьбы (начало выступа резьбы) расположите в положительном направлении оси ОХ (в случае вертикального варианта расположения) или оси ОУ (в случае горизонтального варианта расположения) системы координат машины (СКМ). Рис. 3.8-2 схематично изображает резьбу сверху (в вертикальном варианте) или справа (в горизонтальном варианте), оси X, Y показаны в СКД, в вертикальном случае исходная СКД совпадает с СКМ, в горизонтальном случае ось X – это ось Y СКМ, а ось Y – это ось Z СКМ);

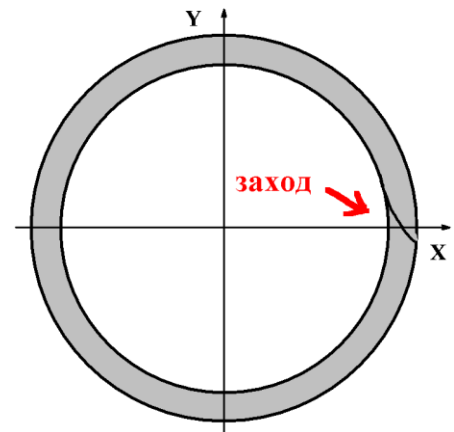


Рис. 3.8-2

г) если измеряемая деталь имеет продольный пропил, то нужно путём вращения детали против часовой стрелки (левую резьбу или калибр для левой резьбы нужно вращать по часовой стрелке) расположить пропил между *измеряемыми сечениями* (см. рис. 3.8-3). Программе измерения нет необходимости указывать на имеющийся пропил;

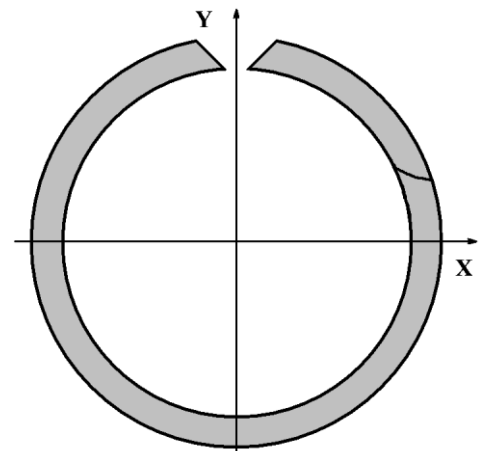


Рис. 3.8-3

Измеряемые сечения — продольные сечения, расположенные вдоль оси резьбы. По этим сечениям происходит измерение. Эти сечения расположены, фиксировано и равномерно - см. рис. 3.8-4. Показан случай 8-ми сечений. Нумерация сечений разная для правой и левой резьбы. Угол между соседними сечениями равен $360^\circ/N$, где N – число сечений.

Для вертикального варианта в случае, если число сечений менее 8, 1-е сечение расположено под углом 0° к положительному направлению оси ОХ. Если число сечений = 8, то угол между первым

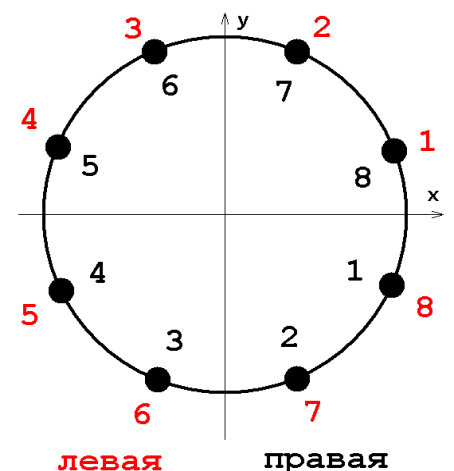


Рис. 3.8-4

сечением и положительным направлением оси OX равен $180^\circ/N = 22,5^\circ$.

Для горизонтального варианта в случае нечетного числа сечений 1-е сечение расположено под углом 0° к положительному направлению оси OZ. В случае четного числа сечений 1-е сечение расположено под углом $180^\circ/N$ к положительному направлению оси OZ.

6. Выяснить «высоту безопасного перехода». Для вертикального варианта рекомендуем оставить значение по умолчанию. Для горизонтального варианта рекомендуем добавить еще 50 мм для перехода поворотной головки при ее повороте в угол $B=90^\circ$.

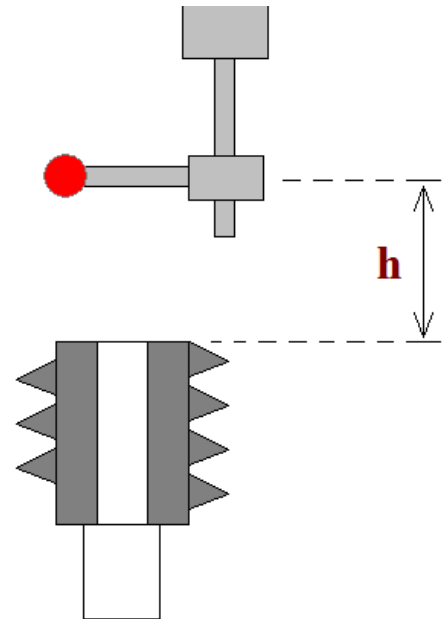


Рис. 3.8-5

7. Упорную резьбу и калибры к ней необходимо устанавливать на столе КИМ «правильной» стороной вверх (для вертикального варианта) или вправо (для горизонтального). Причём, для внешнего калибра (резьбы) необходимо установить – см. рис. [3.8-6](#), а для внутреннего – см. рис. [3.8-7](#).

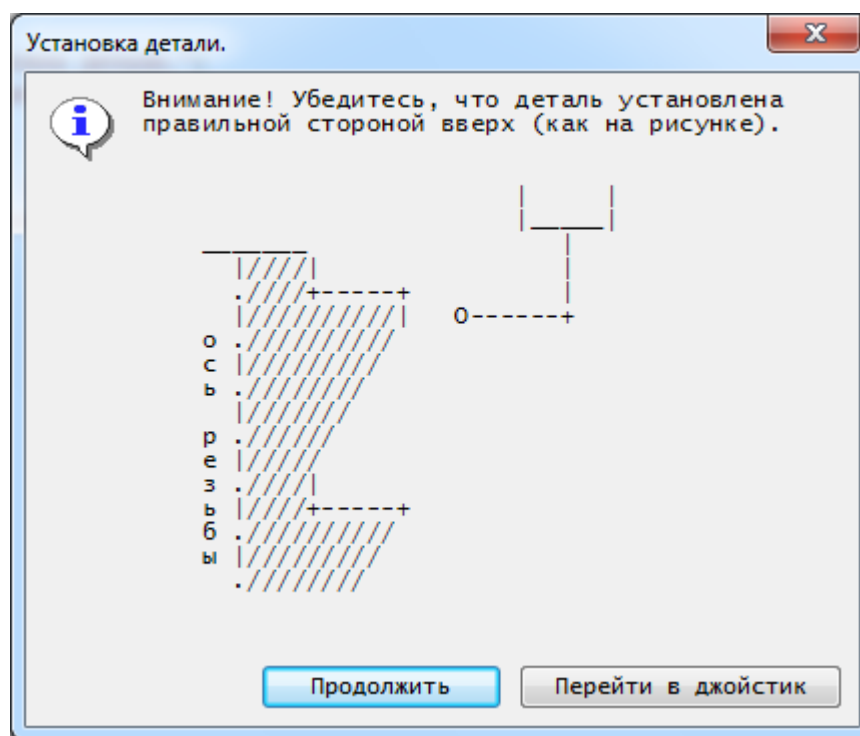


Рис. 3.8-6 Установка внешнего калибра на столе КИМ.

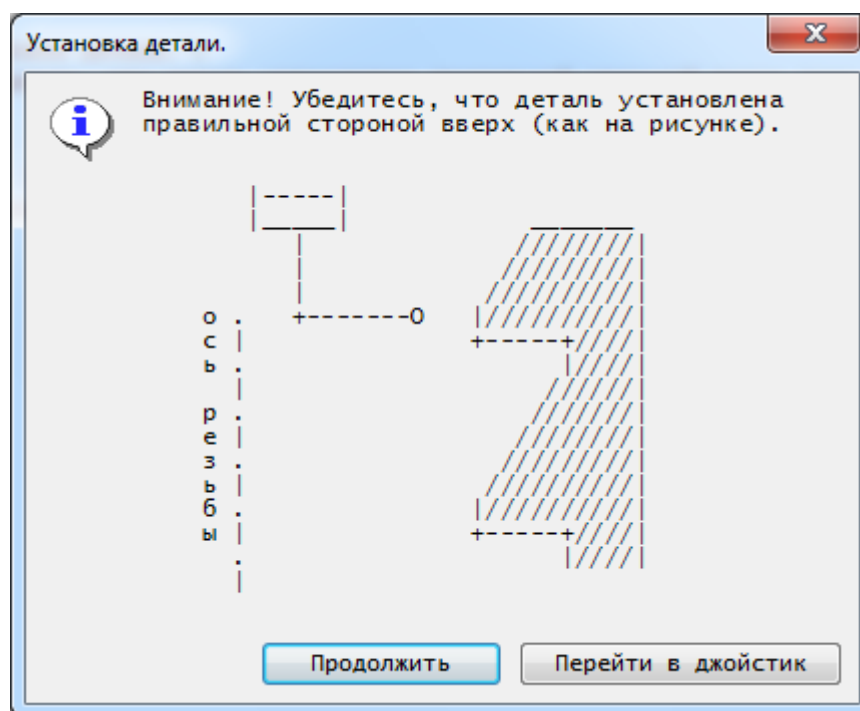


Рис. 3.8-7 Установка внутреннего калибра на столе КИМ.

3.8.1 Создание проекта

Чтобы выбрать тип резьбового соединения, нужно в «Системной панели» (см. п. [2.1](#)) нажать кнопку «Новая деталь» (см. п. [2.1.1](#)), появиться окно создания новой детали, где нужно выбрать тип резьбового калибра.

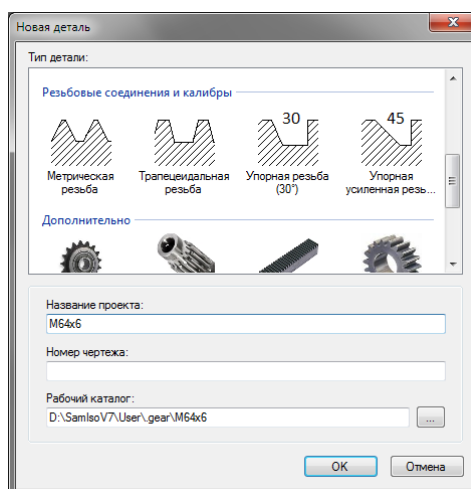


Рис. 3.8.1-1. Выбор типа резьбового калибра.

После этого на экране появится окно задания параметров резьбового калибра (см. рис. 3.8.1-2).

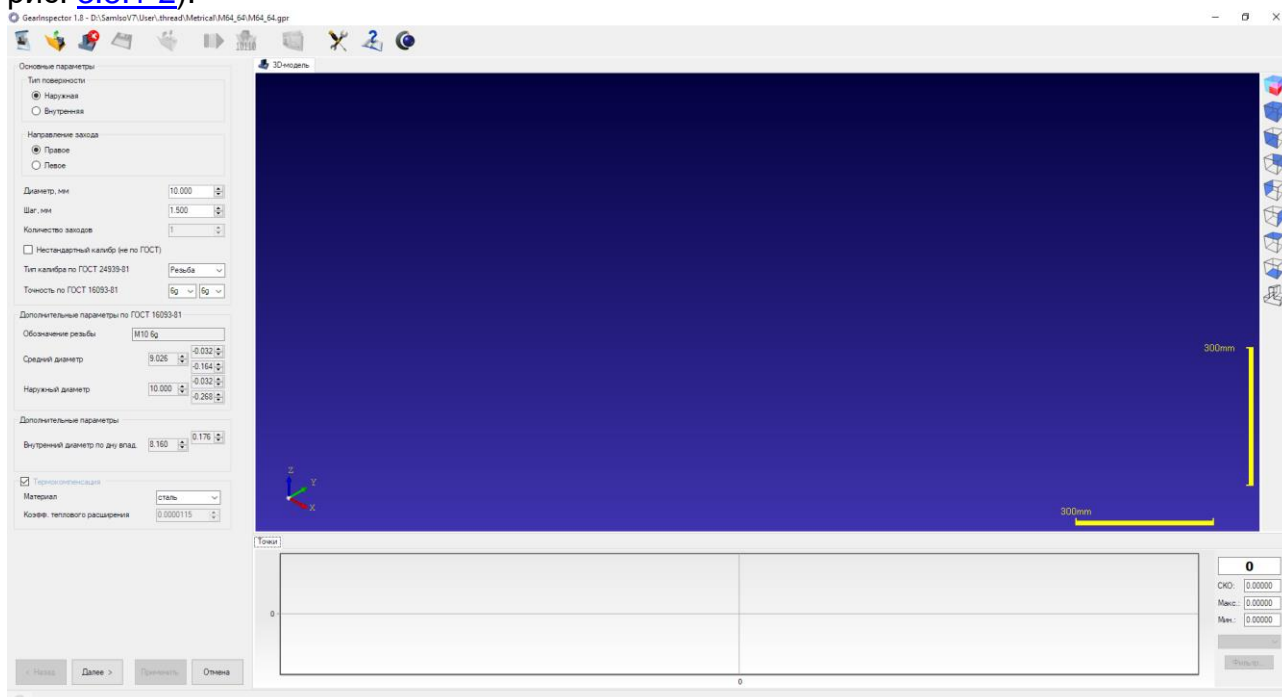


Рис. 3.8.1-2. Окно задания параметров резьбового калибра.

В окне задания параметров калибра отображены следующие данные:

Основные параметры

- **Тип поверхности** – наружная или внутренняя.
- **Направление захода** – правое или левое.
- **Диаметр** — величина наружного номинального диаметра калибра или резьбы.
- **Шаг** — шаг, мм.
- **Количество заходов** — количество заходов.
- **Нестандартный калибр (не по ГОСТ)** — указывается в случае, если

диаметр, шаг или обозначение калибра не соответствует ГОСТ 24939-81 или соответствующему типу резьбы ГОСТ (для метрической резьбы ГОСТ 16093-81).

- **Тип калибра по ГОСТ 24939-81** — тип калибра (ПР, НЕ и т.п.).
- **Точность по ГОСТ 16093-81** – степень точности.

Дополнительно

- **Обозначение резьбы** — обозначение резьбы.
- **Средний диаметр по ГОСТ 16093-81** – средний диаметр совместно с верхним и нижним предельными отклонениями.
- **Наружный диаметр по ГОСТ 16093-81** – наружный диаметр совместно с верхним и нижним предельными отклонениями.
- **Внутренний диаметр по дну впад.** – внутренний диаметр совместно с верхним и нижним предельными отклонениями. Внутренний диаметр и отклонения задаются только для метрической и трапецеидальной резьб. Для метрических резьб кроме диаметра задается только верхнее предельное отклонение (для наружных резьб) или только нижнее предельное отклонение (для внутренних резьб).

Термокомпенсация – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:

- **Материал** – из списка.
- **Кэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Обозначение резьбы, средний и наружный (внутренний) диаметры с предельными отклонениями устанавливаются для стандартного калибра из соответствующего типу резьбы ГОСТ (для метрической резьбы ГОСТ 16093-81). Для нестандартного калибра задаются оператором.

Задайте параметры калибра и нажмите кнопку «*Далее*».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, а в правой части появится изображение калибра (см. рис. [3.8.1-3](#)).

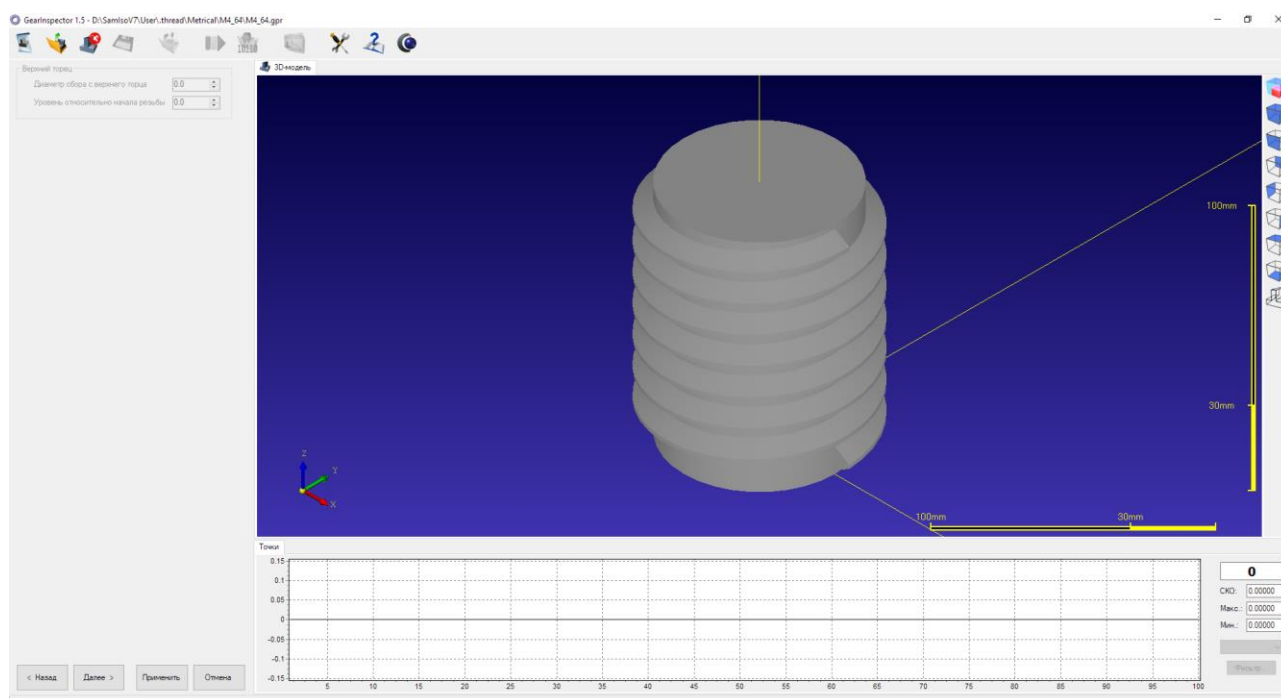


Рис. 3.8.1-3 Окно задания параметров базирования калибра.

Окно задания параметров базирования не используется в данной версии программы. Для продолжения нажмите «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ (см. рис. [3.8.1-3](#)). Это окно почти полностью аналогично окну для цилиндрического эвольвентного колеса (см. п. [3.1.1](#) настоящего руководства).

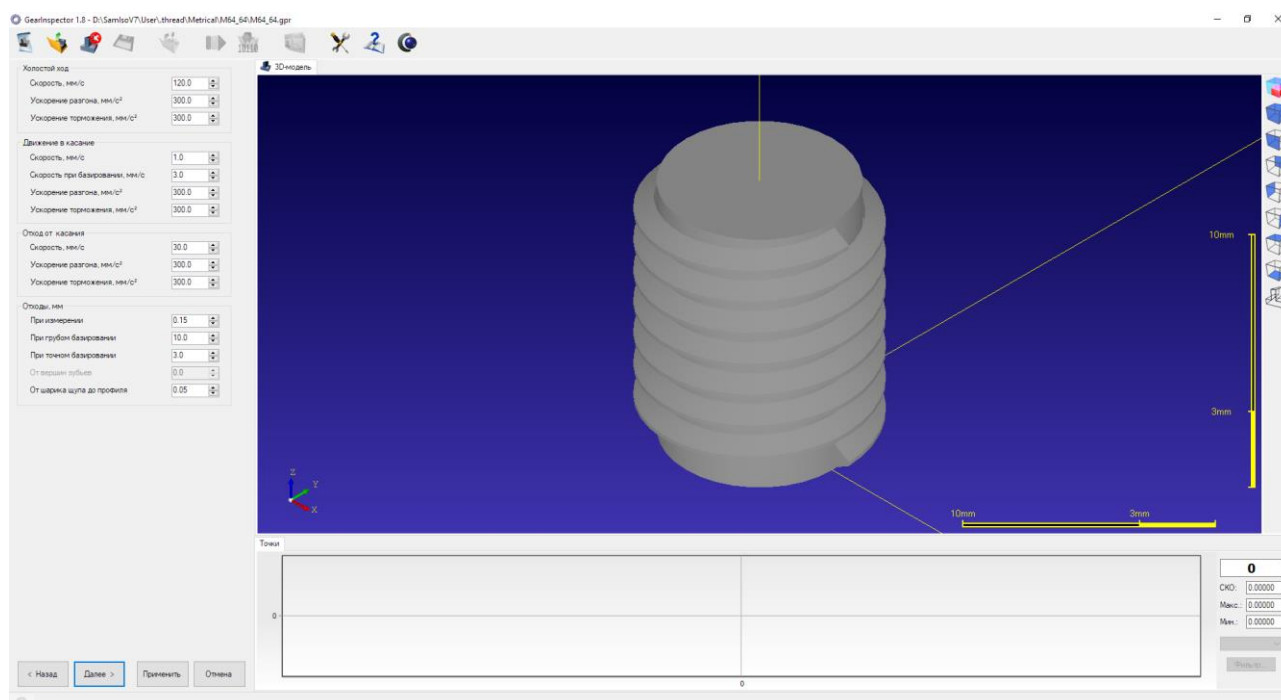


Рис. 3.8.1-4 Окно задания параметров КИМ

Отличие только в одном параметре – «**Отход от шарика щупа до профиля**». Этот параметр определяет минимальное расстояние от шарика щупа до стороны профиля (или впадины). Используется при расчете максимально возможного участка измерения профиля и при определении возможности измерения впадины. Изменять значение по умолчанию (0,05 мм) этого параметра рекомендуется только в большую сторону во избежание застревания щупа во впадине.

Рекомендуем оставить эти параметры по умолчанию. Нажмите «*Далее*».

Замечание

Если программа сбора точек останавливается по ошибке «Залипание» или «Движение в деталь», то, возможно, нужно увеличить «Отход при измерении» на величину до 0.5-0.8 мм.

На экране появится окно задания параметров измерения калибра (см. рис. [3.8.1-5](#)).

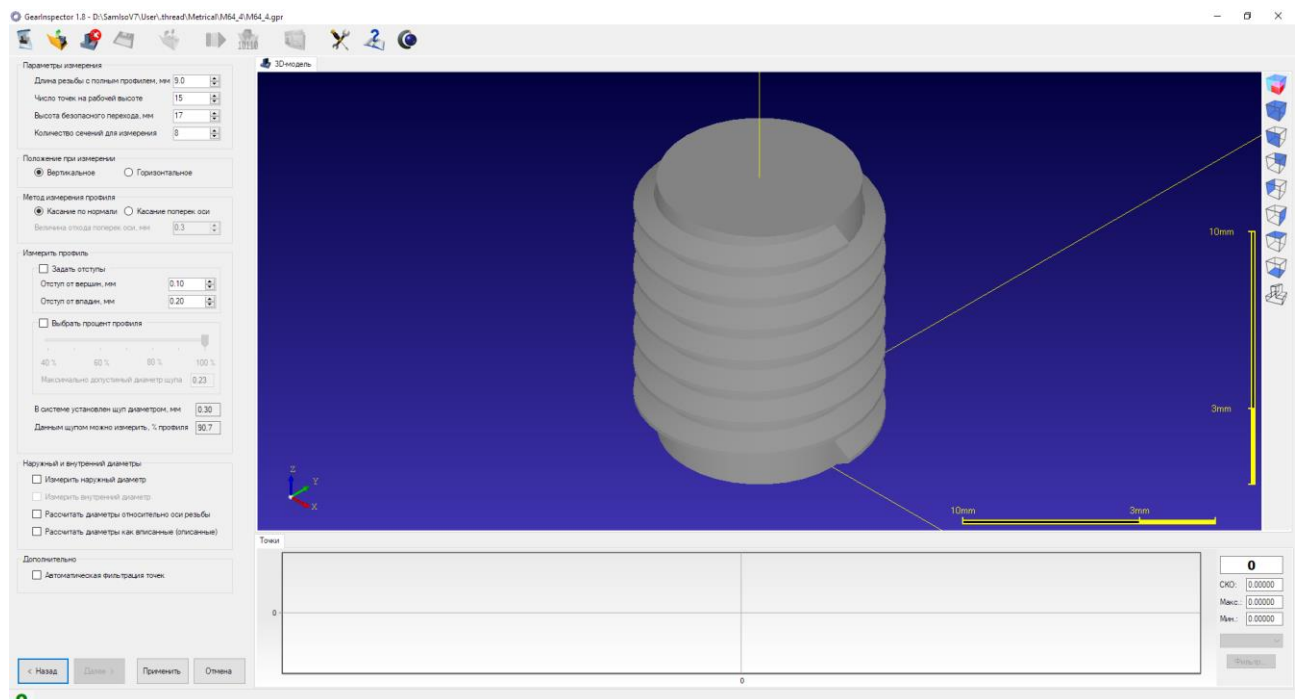


Рис. 3.8.1-5 Окно задания параметров измерения калибра

Ниже приведено краткое описание параметров измерения калибра.

Параметры измерения.

- **Длина резьбы с полным профилем, мм** – длина детали на которой будет происходить контроль (см. п. [3.8](#) настоящего руководства).
- **Число точек на рабочей высоте** — кол-во точек, собираемых с профиля.
- **Высота безопасного перехода** – это высота (над уровнем начала витков резьбы) на которой будут происходить холостые движения каретки КИМ.
- **Количество сечений для измерения** – от 3-х до 8-ми.

Положение при измерении.

- **Вертикальное**

- **Горизонтальное** – допустимо только для наружных резьб.

Метод измерения профиля.

- **Касание по нормали** – движения при касаниях будут производиться по нормали к винтовой поверхности профиля резьбы с заданным отходом при измерении (см. [окно параметров КИМ](#)).
- **Касание поперек оси** – движения при касаниях будут производиться перпендикулярно оси резьбы с заданной **Величиной отхода поперек оси**.

Измерить профиль.

- **Задать отступы** - возможность задания явных численных значений «Отступа от вершин» и «Отступа от впадин» для указания участка измерения профиля. Неактивно в случае задания «**Выбрать процент профиля**».
- **Выбрать процент профиля** - возможность установки необходимого процента измерения профиля. Неактивно в случае выбора «**Задать отступы**».
- **Максимально допустимый диаметр щупа:** — если оператор задает отступы или выбирает процент профиля, то программа выводит диаметр щупа, необходимый для такого измерения.
- **В системе установлен щуп диаметром, мм** — выводится диаметр щупа, который установлен в настоящий момент.
- **Данным щупом можно измерить % профиля** — выводится % профиля, который можно измерить текущим щупом и при заданных отступах.

Наружный и внутренний диаметры.

- **Измерить наружный диаметр** – предлагается только для метрической и трапецеидальной резьб. Неактивно для внутренней резьбы, если измерение впадины невозможно текущим щупом с заданным отходом от шарика щупа до профиля (см. [окно параметров КИМ](#)).
- **Измерить внутренний диаметр** – предлагается только для метрической и трапецеидальной резьб. Неактивно для внешней резьбы, если измерение впадины невозможно текущим щупом с заданным отходом от шарика щупа до профиля (см. [окно параметров КИМ](#)).
- **Рассчитать диаметры относительно оси резьбы** – если включено, то оси цилиндров будут совпадать с осью резьбы, иначе будут рассчитаны.
- **Рассчитать диаметры как вписанные (описанные)** – если включено, то для наружных резьб будут рассчитаны диаметры цилиндров, минимально описанных вокруг измеренных точек, для внутренних резьб будут рассчитаны диаметры цилиндров, максимально вписанных в измеренные точки.

Дополнительно.

- **Автоматическая фильтрация точек** – задает автоматическую фильтрацию измеренных точек после нажатия кнопки «Загрузить результаты измерения».

Если необходимый диаметр щупа меньше чем диаметр щупа, установленный в настоящий момент, то программа выводит предупреждение (см. рис. [3.8.1-6](#)).

Замечание

В этом случае необходимо сменить щуп на другой (меньшего диаметра), или измерить меньший процент профиля, или увеличить отступы.

Параметры измерения

Длина резцы с полным профилем, мм: 9.0

Число точек на рабочей высоте: 15

Высота безопасного перехода, мм: 17

Количество сечений для измерения: 8

Положение при измерении: ☒ Вертикальное ☐ Горизонтальное

Метод измерения профиля: ☒ Касание по нормали ☐ Касание поперек оси

Величина отхода поперек оси, мм: 0.3

Измерить профиль:

☐ Задать отступы

Отступ от вершин, мм: 0.10

Отступ от впадин, мм: 0.20

☒ Выбрать процент профиля

40 % 60 % 80 % 100 %

Максимально допустимый диаметр щупа: 0.23

В системе установлен щуп диаметром, мм: 0.30

Данным щупом можно измерить, % профиля: 90.7

ВНИМАНИЕ!

Диаметр текущего щупа больше максимально допустимого!

Рис. 3.8.1-6 Предупреждение

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично цилиндрическому эвольвентному колесу (см. п. [3.1.1](#) настоящего руководства).

Произойдёт подготовка данных для измерительной программы, затем на экране появится окно (см. рис. [3.8.1-7](#)). Показано сообщение для вертикального варианта.

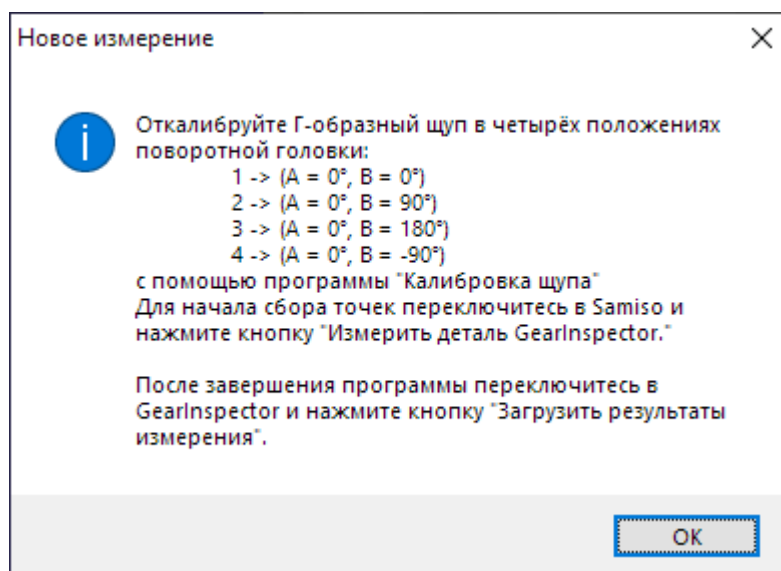


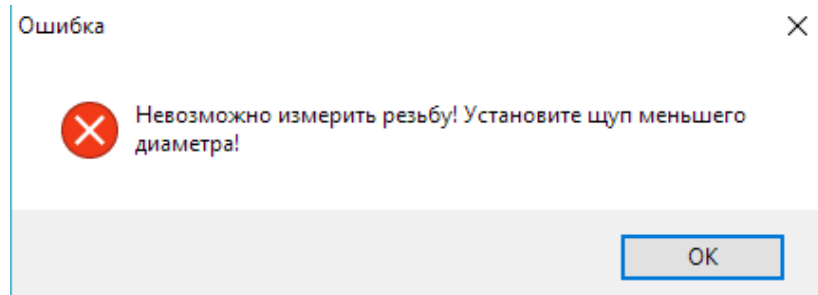
Рис. 3.8.1-7 Подсказка для сбора точек.

Нажмите «OK» и запустите измерительную программу (см. п. [3.8.2](#) настоящего руководства). По окончании работы DMIS-программы загрузите результаты

измерения, нажав на кнопку «Загрузить результаты измерения». Будет произведён расчёт погрешностей (см. п. [3.8.3](#) настоящего руководства).

Замечание

Если установленный щуп имеет диаметр больше, чем нужно для измерения, то программа выдаст ошибку:



3.8.2 Измерение резьбы

ВНИМАНИЕ!

Если потребовалось установить другой щуп, необходимо перезапустить GearInspector, перейти на вкладку «Измерение», программа рассчитает процент профиля, который можно измерить. Затем необходимо нажать кнопку «Новое измерение». Только в этом случае параметры нового щупа будут учтены при расчёте данных для измерительной программы.

ВНИМАНИЕ!

Все параметры детали, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Измеряемую деталь необходимо установить так, как описано – см. п. [3.8](#) настоящего руководства.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Базировка по верхней плоскости детали в случае вертикального расположения детали

После запуска программа в случае вертикального расположения детали попросит оператора собрать не менее трёх точек с верхнего торца калибра.

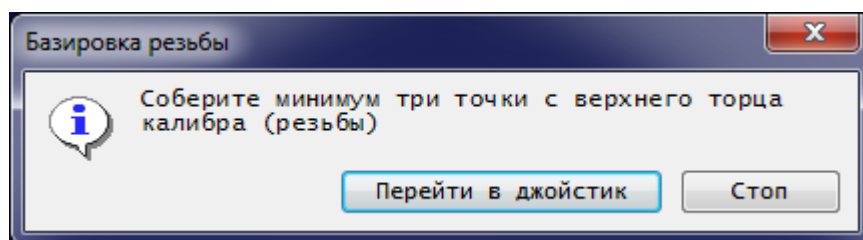
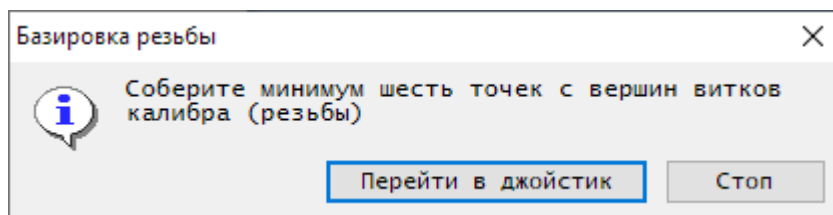


Рис. 3.8.2-1 Сбор точек с верхнего торца.

Базировка по вершинам витков в случае горизонтального расположения детали

После запуска программа в случае горизонтального расположения детали попросит оператора собрать не менее 6-ти точек с вершин витков калибра (резьбы).



Базировка задней стороной щупа детали в случае вертикального расположения детали

Если измеряется внешний калибр, то программа попросит оператора выставить щуп задней стороной щупа к детали – см. рис. [3.8.2-2](#).

Если измеряется внутренний – см. рис. [3.8.2-3](#), причём, в этом случае нужно выставить середину выступающей части щупа по центру калибра (точно так, как изображено на рисунке).

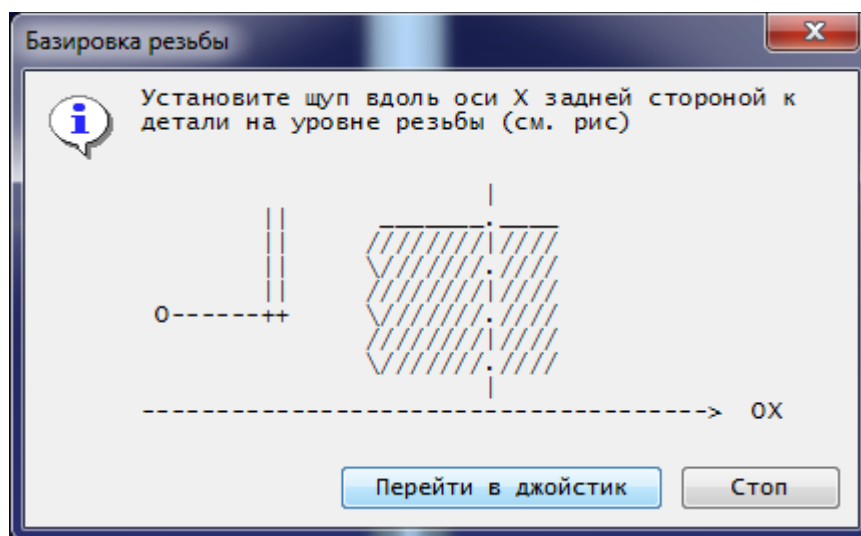


Рис. 3.8.2-2

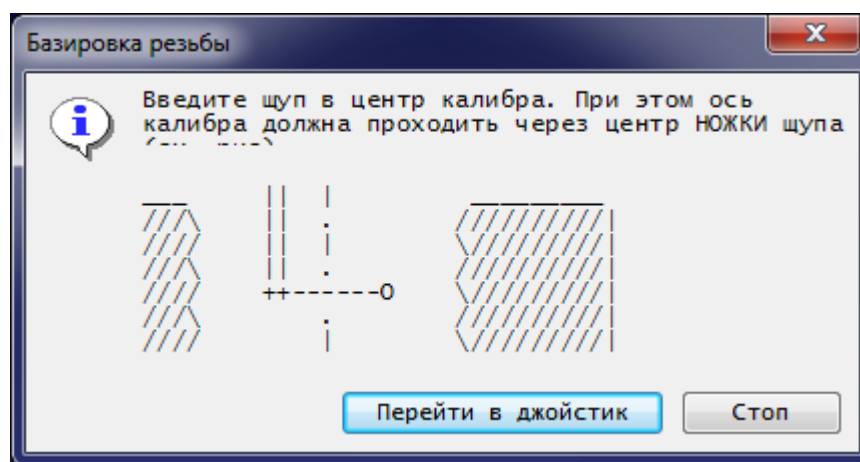


Рис. 3.8.2-3

Базировка по первому выступу

Далее программа попросит оператора выставить щуп напротив первого выступа резьбы. Программа автоматически подведёт щуп на необходимый угол относительно оси ОХ, таким образом, чтобы щуп оказался в 1-ом сечении. Оператору необходимо установить щуп, примерно, напротив первого выступа резьбы.

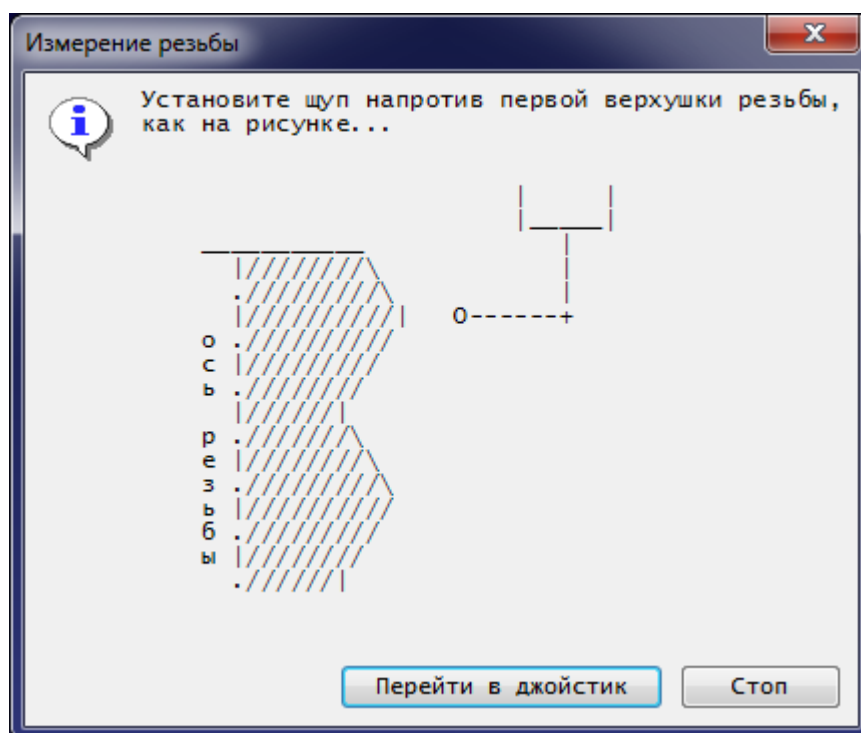


Рис. 3.8.2-4 Установка щупа напротив первого выступа в случае вертикального расположения детали.

Базировка

Далее программа автоматически выполнит базировку по верхушкам резьбы, в итоге построится система координат детали (СКД). В этой СКД пройдёт дальнейшее измерение.

Измерение

DMIS-программа автоматически производит измерение резьбы, прогресс измерения выводится в консоль SamIso:

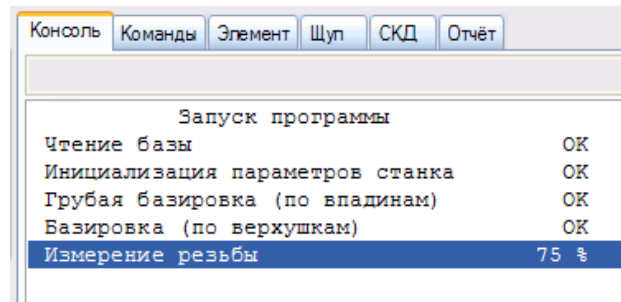


Рис. 3.8.2-5 Вид консоли во время измерения

По окончании работы DMIS-программы в консоли появится надпись «Программа завершена». После этого перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «Загрузить результаты измерения».

3.8.3 Просмотр результатов измерения резьбы

Просмотр результатов расчёта и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки) (см. рис. [3.8.3-1](#)).

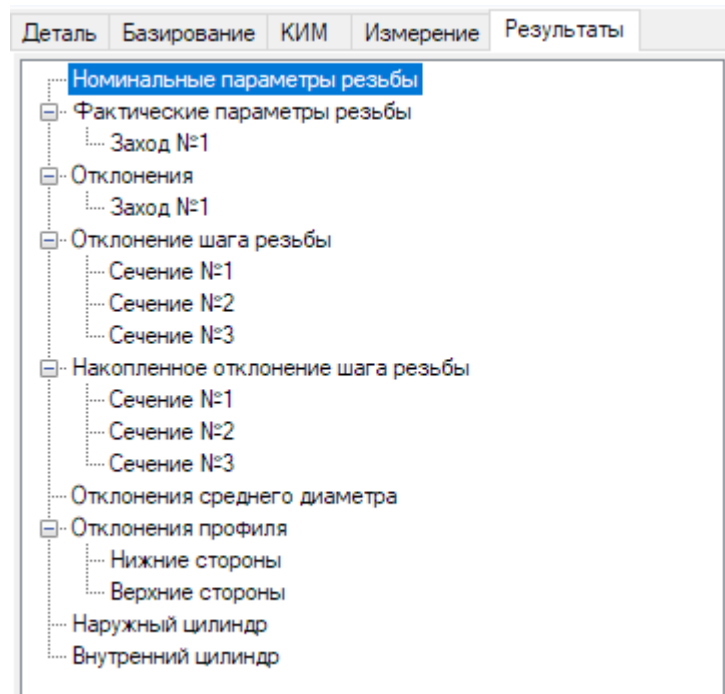


Рис. 3.8.3-1 Просмотр результатов измерения.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

В дерево результатов входят следующие папки:

- **Номинальные параметры резьбы** — выводятся номинальные параметры резьбы, в том числе расчётные, например, средний диаметр
- **Фактические параметры резьбы** — выводятся измеренные параметры детали сгруппированные по заходам:
 - Средний диаметр
 - Шаг / Ход
 - Угол профиля
 - Углы наклона боковых сторон резьбы (верхняя и нижняя сторона)
 - Приведённый средний диаметр
- **Отклонения** — выводятся рассчитанные отклонения фактических параметров от номинальных, также сгруппированные по заходам
- **Отклонения шага резьбы** — подгруппа содержит номера сечений. Если выбрать любое сечение, то выводятся две гистограммы (см. рис. [3.8.3-2](#)). Гистограмма показывает локальное отклонение шага вдоль выбранного сечения. Различный цвет соответствует разным заходам резьбы. Арабская цифра соответствует номеру витка (отчёт сверху вниз), римская — номеру захода. Если не выбрать подгруппу, то программа выдаст сечения с максимальными отклонениями.

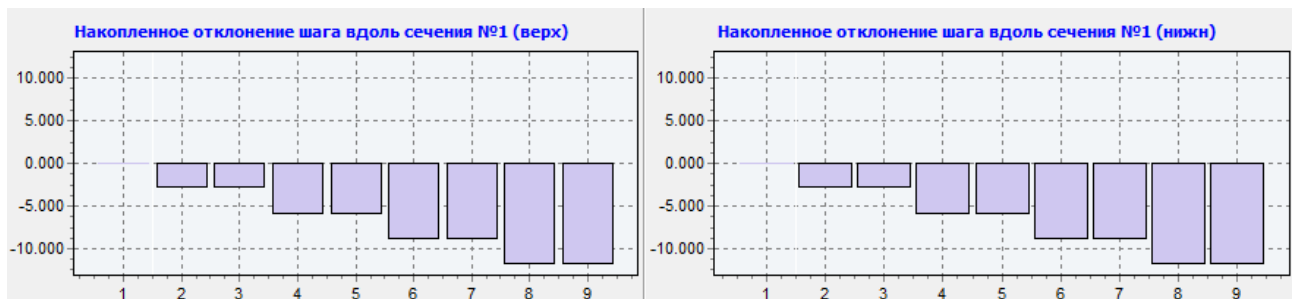


Рис. 3.8.3-2 Отклонения шага резьбы

- **Накопленные отклонения шага резьбы** — аналогично предыдущему пункту, с той разницей, что вычисляются накопленные погрешности.
- **Отклонения среднего диаметра** — отклонения среднего диаметра вычисленные для каждого витка.
- **Отклонения профиля (нижние и верхние стороны)** — на гистограмме отклонений выводятся либо отклонения всех точек профилей, либо только отклонения точек с нижних (верхних) сторон.
- **Наружный цилиндр** — в случае измерения наружного цилиндра выводятся действительные значения диаметра наружного цилиндра, оценки СКО и цилиндричности. На гистограмме отклонений выводятся отклонения точек наружного цилиндра.
- **Внутренний цилиндр** — в случае измерения внутреннего цилиндра выводятся действительные значения диаметра внутреннего цилиндра, оценки СКО и цилиндричности. На гистограмме отклонений выводятся отклонения точек внутреннего цилиндра.

Также выводится гистограмма отклонений измеренных точек (см. рис. [3.8.3-3](#)).

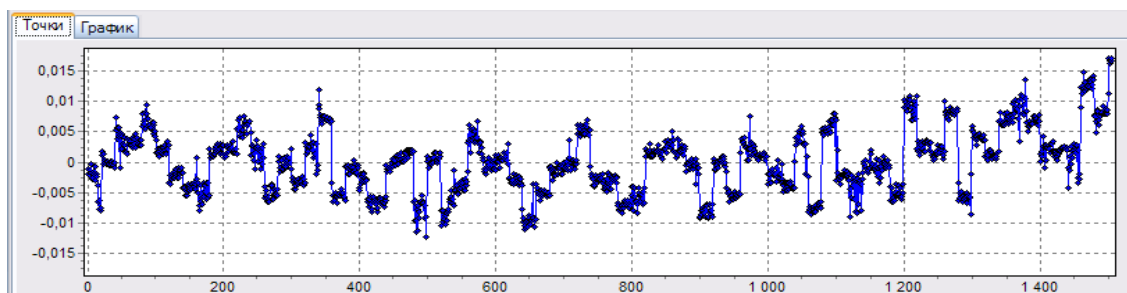


Рис. 3.8.3-3 Гистограмма отклонений измеренных точек профиля.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек, т.е. возможность исключать точки из расчёта. Для этого необходимо в окне гистограммы нажать кнопку «Фильтр». Появится окно с параметрами фильтрации.

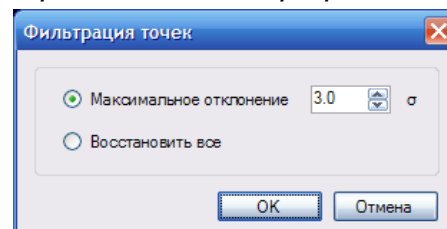


Рис. 3.8.3-4 Фильтрация точек

Гистограмма отклонений допускает также удаление отдельных точек. Для этого нужно выделить на гистограмме левой кнопкой «мыши» точку и нажать кнопку «Delete».

3.8.4 Отчет по результатам измерения резьбы

Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчёта показан – см. рис. [3.8.4-1](#).

	ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Метрическая резьба			
	Чертеж:	M64 КЛ2 КИ-НЕ (6g)	Щуп: TP200 / 0.994 мм	
КИМ-1200	24.08.2017 16:01	Проект:	M64	Температура: 25.6 °C
№ 74	Комментарий: test		Измерение №: 2	
Параметры				
Обозначение	M64 6g	Наружный диаметр d, мм	64.000	
Тип поверхности	Наружная	Средний диаметр d2, мм	60.103	
Направление захода	Правое	Шаг P, мм	6.000	
Тип калибра	-	Угол профиля	60°	
		Внутренний диаметр по дну впадины d3, мм	56.639	
Показатели точности по ГОСТ 16093-81				
Средний диаметр, мм	d2	Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм
Шаг, мм	P	-0.080 / -0.360	59.867	-12
Ход, мм	Ph	0.005	6.001	29
Угол профиля	α	16'	59°58'28"	-10
Угол наклона боковой стороны профиля (верх)	γ	8'	30°01'37"	20
Угол наклона боковой стороны профиля (нижн)	β	8'	29°56'52"	-39
Наружный диаметр, мм	d	- / -	-	-
Внутренний диаметр по дну впадины, мм	d3	- / -	-	-

Рис. 3.8.4-1 Пример отчёта по результатам измерения калибра.

3.9 Контроль резьб и калибров с малым шагом ($P < 1$)

3.9.1 Предварительные шаги

Программа позволяет измерять калибры и резьбы со следующими параметрами:

Тип детали:

- а) калибр для метрической резьбы (ГОСТ 24997-2004)
- б) метрическая резьба (ГОСТ 24706-81, ГОСТ 8724-2002, ГОСТ 9150-2002, ГОСТ 16967-81)
- в) метрическая резьба УТ (ОН 254АТ)
- г) метрическая резьба МР (ОСТ 1 001-05-83)

Тип поверхности: внешняя или внутренняя, правая или левая;

Шаг резьбы: от 0,5 мм до 1 мм; для внутренней резьбы
номинальным диаметром менее 16 мм шаг
до 2,5 мм; для УТ и МР резьб до 2 мм.

Номинальный диаметр: не менее 3 мм для внутренней резьбы (МЗ),
максимальный ограничен размерами
рабочей зоны КИМ за вычетом габаритов
щупа,

Длина резьбы: Не более эффективной длины
используемого щупа по вертикали;

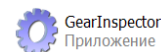
Перед измерением резьбы необходимо:

- Выяснить параметры измеряемого калибра или резьбы, а именно:
 - а) Номинальный диаметр калибра (резьбы).
 - б) Шаг.
 - в) Направление захода: левое или правое.
- Установить на КИМ поворотную головку RENISHAW, установить угловой щуп-иглу, заменить калибровочную сферу на сферу диаметром 3 мм (см. п. [3.9.4](#)).

Для установки поворотной головки и сборки щупа обратитесь к «*Руководству по эксплуатации*».

3.9.2 Создание проекта

Запустите программу «GearInspector»:



Создайте новую деталь:



Новая деталь ✕

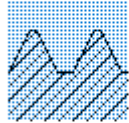
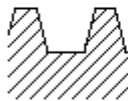
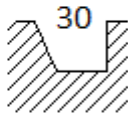
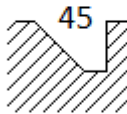
Тип детали:

☐ червяк
☐ цилиндрическ...




☐ Фреза червячная
☐ чистовая одноза...

☐ колесо червячное
☐ для архимедово...

Резьбовые соединения и калибры

Резьба метрическая Резьба трапецидальная Резьба упорная (30°) Резьба упорная усиленная (45°)

Название проекта:
 type12

Номер чертежа:
 12-45_01

Рабочий каталог:
 D:\SamIsoV7\User\thread\Metrical\type 12

OK Отмена

Заполните все вкладки данными.

<p>Основные параметры</p> <p>Тип поверхности</p> <p> <input checked="" type="radio"/> Наружная <input type="radio"/> Внутренняя </p> <p>Направление захода</p> <p> <input checked="" type="radio"/> Правое <input type="radio"/> Левое </p> <p>Диаметр, мм: 64.000</p> <p>Шаг, мм: 6.000</p> <p>Количество заходов: 1</p> <p> <input type="checkbox"/> Нестандартный калибр (не по ГОСТ) </p> <p>Тип калибра по ГОСТ 24939-81: КИ-НЕ (16)</p> <p>Точность по ГОСТ 24997-2004: 6g 6g</p> <p>Дополнительные параметры по ГОСТ 24997-2004</p> <p>Обозначение резьбы: M64 КИ-НЕ 6g</p> <p>Средний диаметр: 59.746 ±0.006</p> <p>Наружный диаметр: 63.644 ±0.014</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Термокомпенсация </p> <p>Материал: сталь</p> <p>Козфф. теплового расширения: 0.0000115</p>	<p>Верхний торец</p> <p>Диаметр сбора с верхнего торца: 0.0</p> <p>Уровень относительно начала резьбы: 0.0</p>	<p>Холостой ход</p> <p>Скорость, мм/с: 120.0</p> <p>Ускорение разгона, мм/с²: 300.0</p> <p>Ускорение торможения, мм/с²: 300.0</p> <p>Движение в касание</p> <p>Скорость, мм/с: 1.0</p> <p>Скорость при базировании, мм/с: 3.0</p> <p>Ускорение разгона, мм/с²: 300.0</p> <p>Ускорение торможения, мм/с²: 300.0</p> <p>Отход от касания</p> <p>Скорость, мм/с: 30.0</p> <p>Ускорение разгона, мм/с²: 300.0</p> <p>Ускорение торможения, мм/с²: 300.0</p> <p>Отходы, мм</p> <p>При измерении: 0.35</p> <p>При грубом базировании: 10.0</p> <p>При точном базировании: 5.0</p> <p>От вершин зубьев: 0.0</p> <p>От ножики щупа: 0.00</p>
--	---	--

Параметры измерения

Длина резьбы с полным профилем, мм: 25.0

Число точек на рабочей высоте: 10

Высота безопасного перехода, мм: 24

Измерить профиль

☒ Выбрать процент профиля

40 % 60 % 80 % 100 %

Максимально допустимый диаметр щупа: 1.61

В системе установлен щуп диаметром, мм: 6.00

Данным щупом можно измерить, % профиля: 0.0

ВНИМАНИЕ!

Диаметр текущего щупа больше максимально допустимого!

В первой вкладке необходимо ввести следующие данные:

Основные параметры

Поверхность резьбы — внутренняя или внешняя.

Направление захода — левое или правое.

Наружный диаметр — величина номинального диаметра резьбы.

Шаг — шаг резьбы, мм.

Количество заходов.

Калибр — измеряем калибр для резьбы или резьбу.

Полный / Укороченный — полный профиль или укороченный профиль по ГОСТ 24939-81 (выбирается автоматически).

Тип калибра — ПР / НЕ / К-И / КИ-НЕ / КПР-ПР / КПР-НЕ ...

Класс точности — 4h / 6h / 6g / 6e / 6d / 8h / 8d ...

Средний диаметр — необязательный параметр, который добавится в отчёт.

В случае если создается проект резьбы УТ по ОН254АТ, последние 5 пунктов вводить не нужно, а если проект резьбы МР по ОСТ 1 001-05-83 то нужно из них ввести только **Класс точности**, допустимый для данной резьбы. (4h / 6h ...) Если введенный класс точности для данной резьбы отсутствует, будет автоматически подставлен один из допустимых.

Термокомпенсация — дополнительная опция для учёта погрешности теплового расширения.

Нажмите «Далее».

Верхний торец

Диаметр сбора с верхнего торца — Введите диаметр окружности, на которой программа соберёт точки с верхнего торца (только для внутренней резьбы).

Нажмите «Далее».

На экране появится вкладка задания параметров КИМ.
Рекомендуем оставить все значения по умолчанию.

Нажмите «Далее».

На экране появится вкладка «*Параметры измерения*».

Параметры измерения.

- **Длина измеряемой части детали, мм** – длина детали с *полным профилем резьбы*.
- **Число точек на один шаг резьбы** — количество точек, собираемых с одного шага.
- **Высота безопасного перехода** — это минимальный зазор между щупом и верхним торцом детали во время холостых движений.

Измерить профиль.

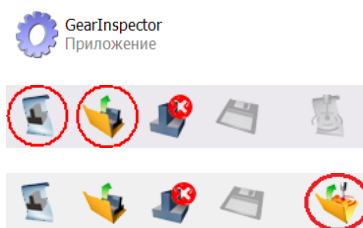
- **Выбрать процент профиля** – какой процент профиля будет замеряться.
- **Максимально допустимый диаметр щупа, мм** — показывает, какой максимальный диаметр щупа допустим для измерения профиля.
- **Данным щупом можно измерить, % профиля** – показывает в процентах, какой процент профиля мы можем измерить данным щупом.

3.9.3 Измерение резьбы

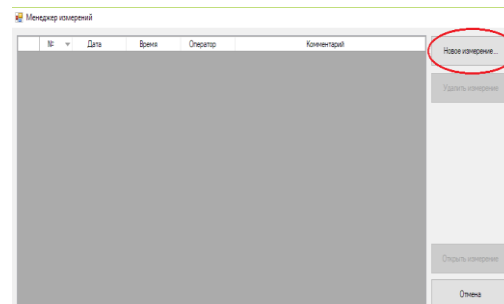
Запустите программу «GearInspector»:

Создайте новую деталь (см. п. [3.9.2](#))
или откройте деталь созданную ранее:

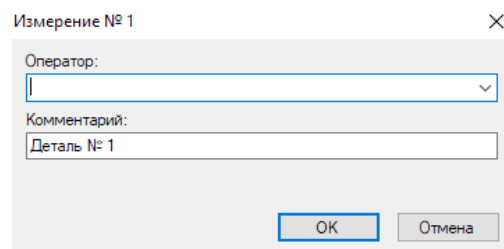
Нажмите кнопку «Открыть менеджер измерений»:



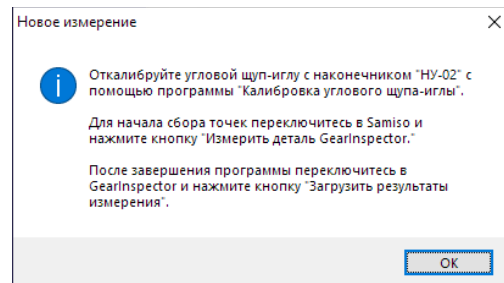
Нажмите «Новое измерение», либо выберите из списка уже существующее измерение:



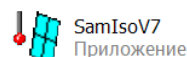
Введите или выберите из списка фамилию и комментарий:



Обратите внимание на подсказку:
Здесь указано, какой щуп необходимо использовать.



Запустите программу «Samiso»



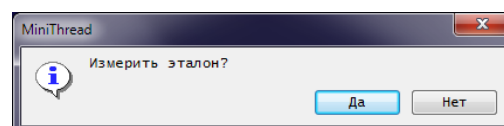
Если это необходимо, то установите и откалибруйте нужный щуп (см. п. [3.9.4](#)).

Нажмите кнопку «Измерить деталь



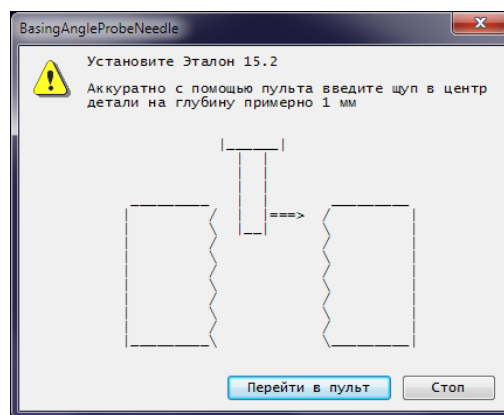
GearInspector».

Появится вопрос: «Измерить эталон?»
Рекомендуем измерять эталон для более
точного измерения резьбовых калибров



Появится подсказка о том, как установить эталон и щуп-иглу:

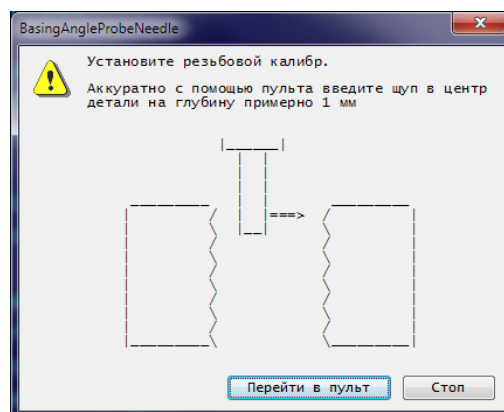
Закрепите эталон для резьбовых калибров в центре рабочей зоны КИМ, примерно на высоте проведения калибровки. Ось эталона должна быть расположена вертикально.



Программа соберёт точки с эталона и рассчитает поправку.

Появится подсказка о том, как установить резьбовой калибр и щуп-иглу:

Закрепите резьбовой калибр в центре рабочей зоны КИМ. Ось калибра должна быть направлена вертикально.

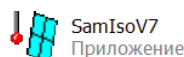


Программа соберёт точки с детали.

После окончания сбора точек появится сообщение: «Программа завершена».

3.9.4 Калибровка углового щупа-иглы*

Запустите систему Samiso.

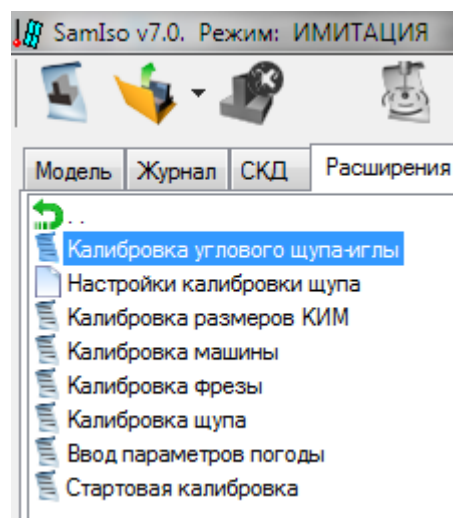


Установите на КИМ поворотную головку RENISHAW.

Замените калибровочную сферу на щуп №5 или №7 из стандартного набора щупов «Лапик» (диаметр 3 мм).

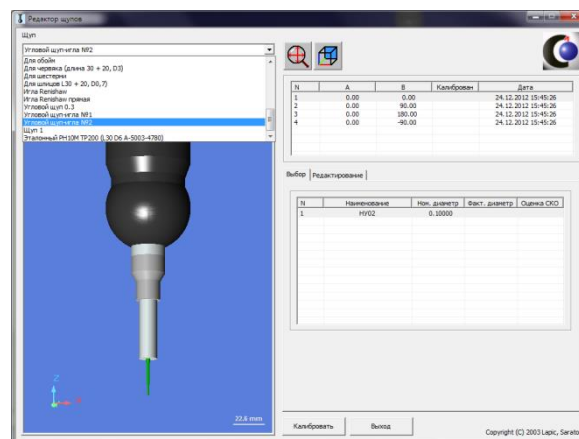
* Необходимо провести калибровку, если щуп не откалиброван (при первом использовании, в случае замены щупа, в случае снятия головки ReniShaw и т.п.)

Запустите программу:
Расширения → Калибровка →
Калибровка углового щупа-иглы



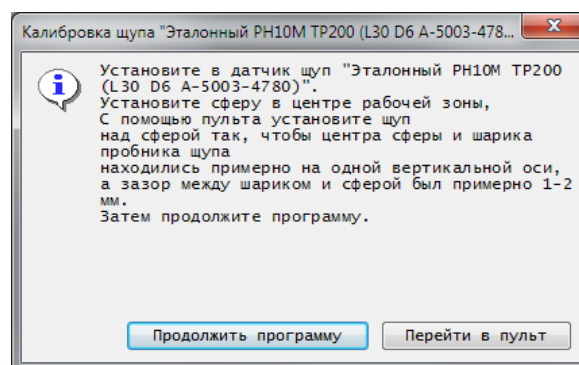
Запустится редактор щупов. Создайте или выберите угловой щуп-иглу.

Смотрите подробности в п. 4.2 документа «Руководство оператора по работе с системой Samiso».



Нажмите кнопку «Калибровать».
Если кнопки калибровать не будет, то щуп уже откалиброван.
Вы можете нажать кнопку «Установить» без проведения калибровки, либо сделать любое положение некалиброванным и нажать кнопку «Калибровать»

Появится сообщение:

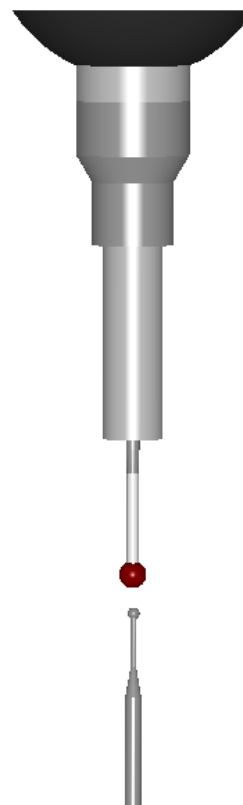


Соберите и установите эталонный щуп.

Вместо калибровочной сферы установите щуп №5 шариком вверх из набора щупов «Лапик».

Нажмите кнопку «Перейти в пульт».

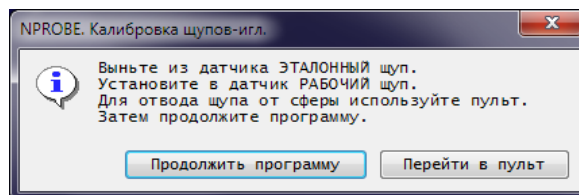
С помощью пульта КИМ подведите щуп над шариком.



Программа откалибрует эталонный щуп и появится сообщение:

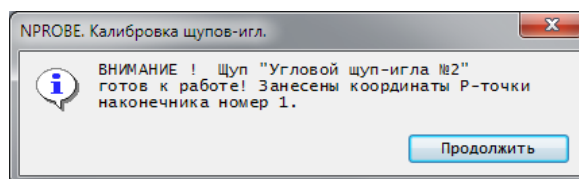
Соберите и установите угловой щуп-иглу.

После калибровки появятся её результаты.



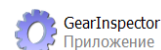
Углы А.В.°	Наконечник	Оценка ср.кв.откл.	Диаметр шарика	Координаты Р-точки
0.0, 0.0	1	0.00000	0.10000	-26.88217, -183.97182, 273.28144
0.0, 90.0	1	0.00000	0.10000	-23.05782, -184.68023, 273.28144
0.0, 180.0	1	0.00000	0.10000	-22.34941, -180.85588, 273.28144
0.0, -90.0	1	0.00000	0.10000	-26.17376, -180.14748, 273.28144

Калибровка завершена.



3.9.5 Просмотр результатов измерения резьбы

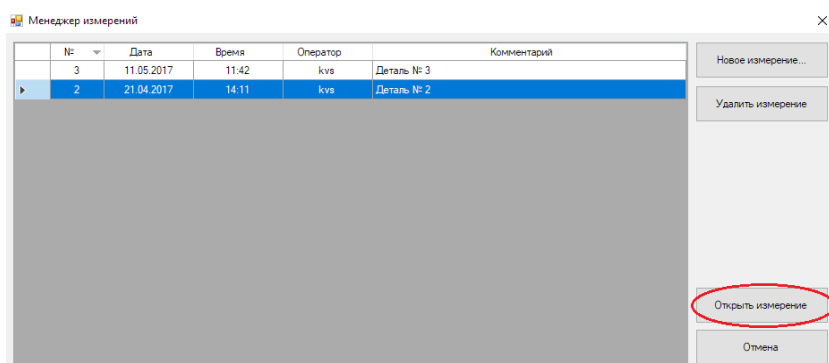
Запустите программу «GearInspector»:



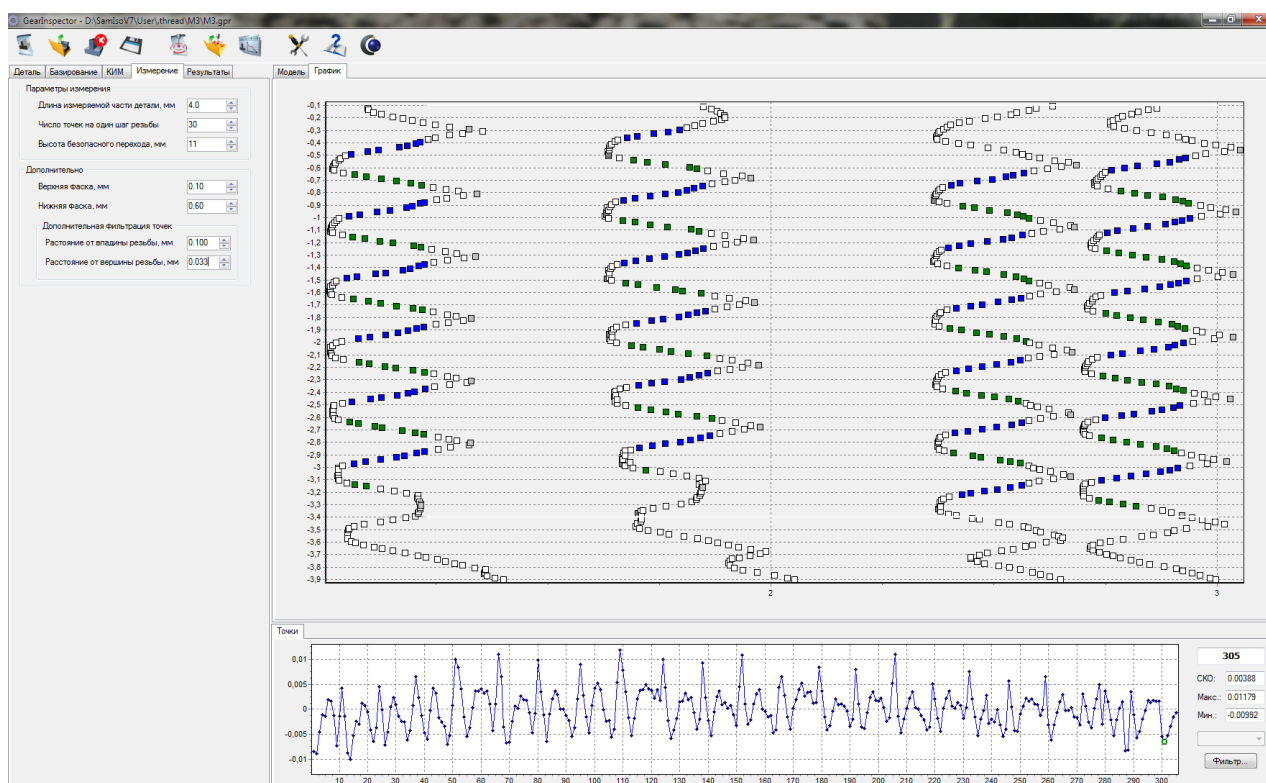
Откройте деталь, для которой были собраны точки:



Выберите нужное измерение из списка и нажмите «Открыть измерение»



Программа загрузит и обработает точки:



Пояснения:

На вкладке «График» схематично изображены точки, собранные в процессе измерения. Ось резьбы находится слева.

Две горизонтальные белые линии обозначают границы фасок (см. «Измерение» => «Верхняя фаска» и «Нижняя фаска»).

Точки, расположенные за пределами этих линий, не включаются в расчёт.

Зелёные и синие точки — это точки, расположенные на боковых сторонах резьбы. По этим точкам строится математическая модель резьбовой поверхности. По модели рассчитываются параметры резьбы: средний диаметр, шаг, угол профиля и угол наклона боковой стороны профиля.

Белые точки — это точки, которые не участвуют в расчёте математической модели.

Серые точки — это вспомогательные точки для разделения боковых сторон. Также

они участвуют в дополнительной фильтрации точек (см. вкладку «Измерение»).

Нажмите кнопку «Создать отчёт» для просмотра результатов.



3.9.6 Отчёт по результатам измерения резьбы

Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчёта по результатам измерения метрического калибра:

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Микрометрическая резьба			
		Чертеж:	M3x0.5 5H6H HE		Щуп: TP200 / 0.087 мм
КИМ-1200	19.12.2012 09:00	Проект:	M3x0.5		Температура: 21.1 °C
№ 74	Комментарий:				Измерение №: 1
Параметры					
Обозначение	M3 6g	Наружный диаметр d, мм	3.000		
Тип поверхности	Наружная	Средний диаметр d2, мм	2.675		
Направление захода	Правое	Шаг P, мм	0.500		
Тип калибра	-	Угол профиля	60°		
		Внутренний диаметр по дну впадины d3, мм	2.387		
Показатели точности по ГОСТ 16093-81					
Средний диаметр, мм	d2	-0.020 / -0.095	2.712	0.056	100+
Шаг, мм	P	0.005	0.499	-	-16
Ход, мм	Ph	-	-	-	-
Угол профиля	α	50'	61°50'37"	1°00'37"	100+
Угол наклона боковой стороны профиля (верх)	γ	25'	31°03'41"	0°38'41"	100+
Угол наклона боковой стороны профиля (нижн)	β	25'	30°46'57"	0°21'57"	100+
Наружный диаметр, мм	d	- / -	-	-	-
Внутренний диаметр по дну впадины, мм	d3	- / -	-	-	-

В отчеты для УТ и МР резьб будут добавлены параметры, специфические для соответствующих стандартов:

- наружный диаметр, внутренний диаметр, приведенный средний диаметр и внутренний диаметр по дну впадины для резьб МР;
- наружный диаметр, внутренний диаметр, радиус закругления впадины профиля шпильки, отклонение шага резьбы, отклонение половины угла профиля, конусность и овальность для резьб УТ.

3.10 Контроль червячного колеса

3.10.1 Создание червячного колеса

После выбора в окне (см. рис. [3.10.1-1](#)) типа «Червячное колесо» на экране появится окно задания параметров колеса.

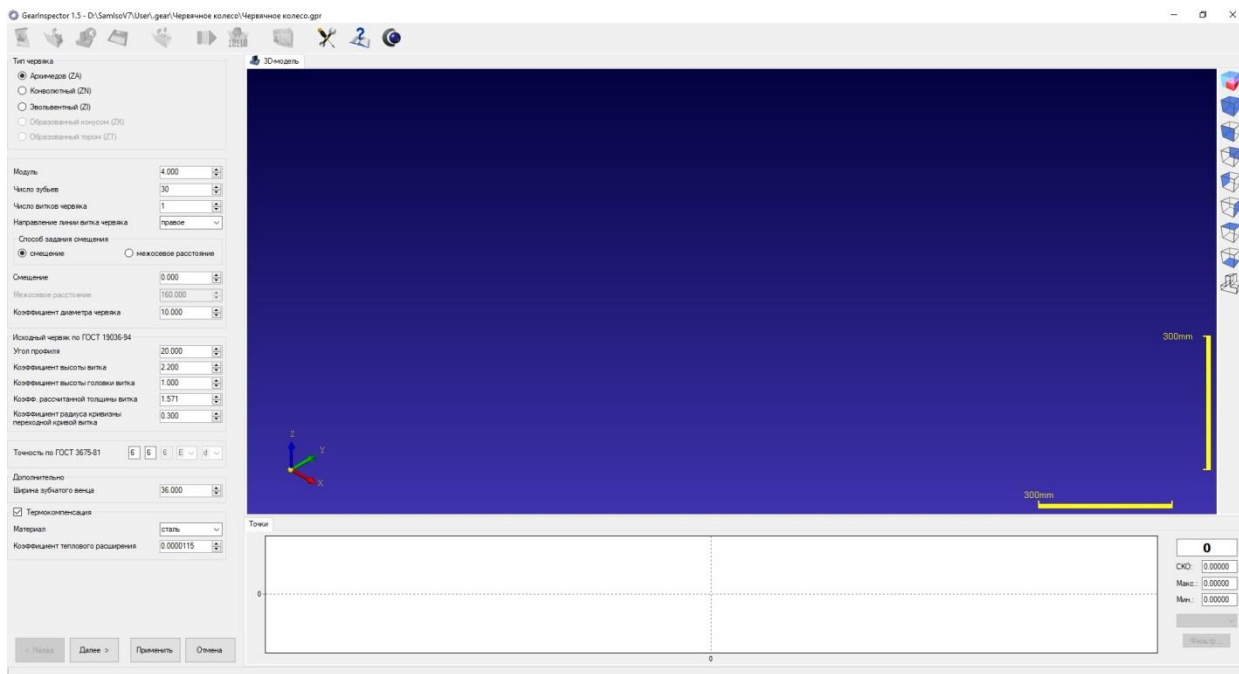


Рис. 3.10.1-1 Окно задания параметров колеса

В окне задания параметров колеса отображены следующие чертежные данные:

- **Тип червяка**
 - **Архимедов (ZA)**
 - **Конволютный (ZN)**
 - **Эвольвентный (ZI)**
 - **Образованный конусом (ZK)**
 - **Образованный тором (ZT)**
- **Основные параметры червячного колеса**
 - **Модуль**
 - **Число зубьев**
 - **Число витков червяка** – число заходов червяка
 - **Направление линии витка червяка** – правое или левое
- **Задание смещения**
 - **Способ задания смещения** – непосредственно смещением или межосевым расстоянием
 - **Смещение** – задается при первом способе задания смещения
 - **Межосевое расстояние** – задается при втором способе задания смещения

- Коэффициент диаметра червяка
- **Параметры исходного червяка по ГОСТ 19036-94**
 - Угол профиля
 - Коэффициент высоты витка
 - Коэффициент высоты головки витка
 - Коэффициент рассчитанной толщины витка
 - Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой витка
- **Точность по ГОСТ 3675-81**
- **Дополнительно**
 - **Ширина зубчатого венца**
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

На данном этапе измерение колес для червяков образованных конусом и тором – не реализовано.

Задайте параметры колеса и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

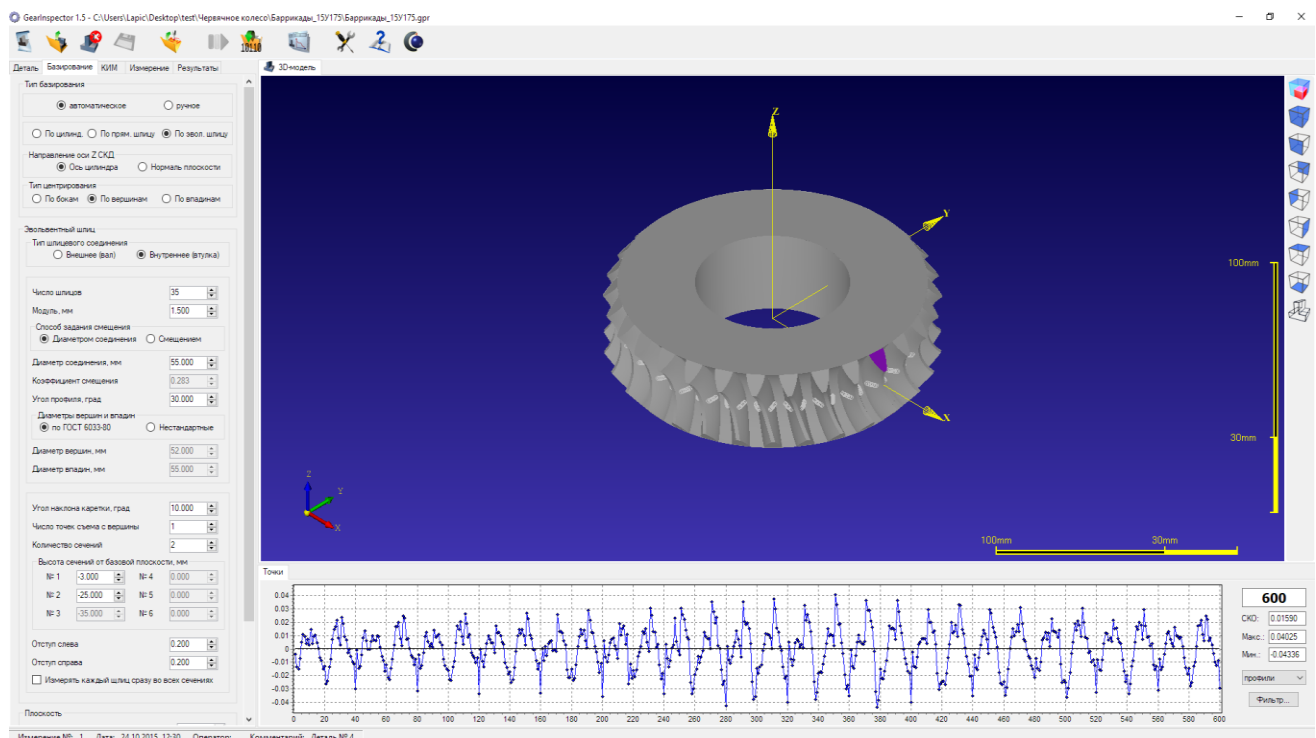


Рис. 3.10.1-2 Окно задания параметров базирования червячного колеса

Окно задания параметров базирования почти аналогично окнам задания параметров базирования для других типов деталей.

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения червячного колеса.

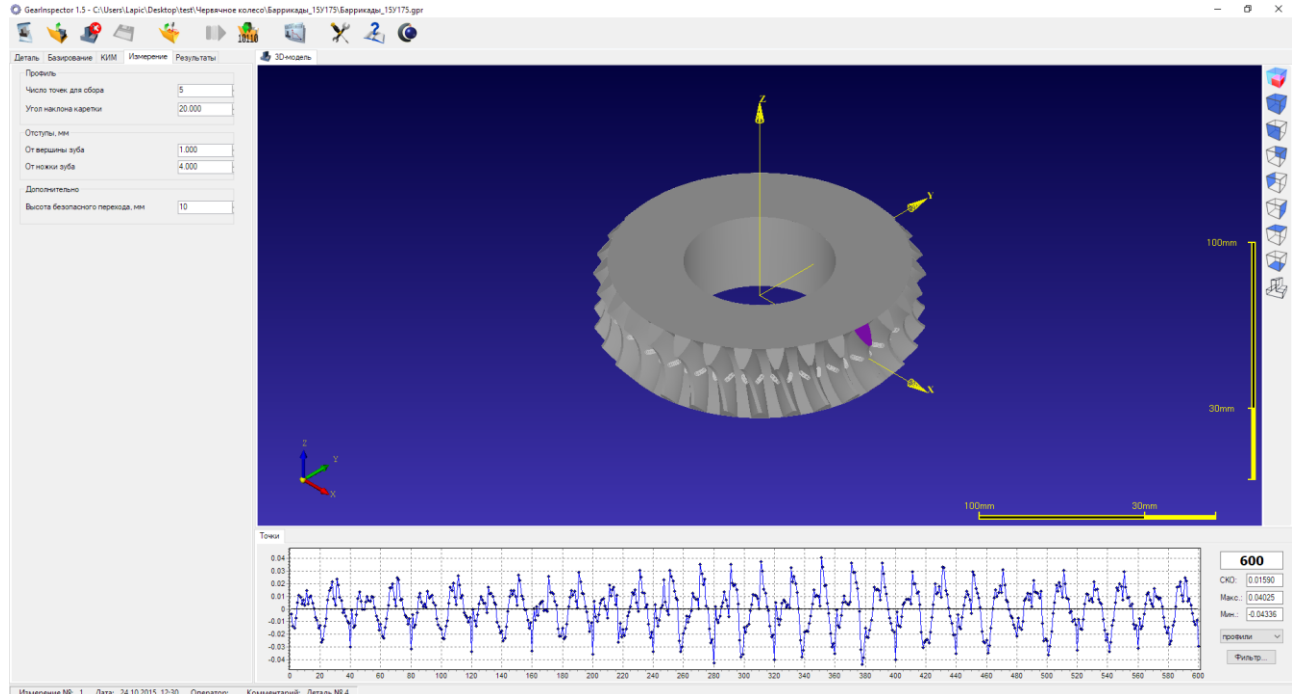


Рис. 3.10.1-3 Окно задания параметров измерения колеса

Ниже приведено краткое описание параметров измерения червячного колеса.

- **Профиль**
 - Число точек для сбора
 - Угол наклона каретки
- **Отступы, мм**
 - От вершины зуба
 - От основания зуба
- **Дополнительно**
 - Высота безопасного перехода, мм

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.10.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.10.2 Измерение червячного колеса

ВНИМАНИЕ! Все параметры колеса, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Колесо устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Торцевое сечение зубчатого венца должно быть параллельно плоскости XY системы координат машины (СКМ), т.е. рабочему столу. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали.

Автоматическое измерение

СКД, автоматическая базировка и измерение колеса практически аналогичны измерению цилиндрической шестерни (см. п. [3.1.2](#)).

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того зуба, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «ОК».

3.10.3 Просмотр результатов измерения червячного колеса

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек.

Отклонения профилей зубьев, отклонения шагов, накопленное отклонение шага и радиальные биения зубчатых венцов выводятся в виде графиков-гистограмм.

Графики погрешностей формы профиля впадин выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

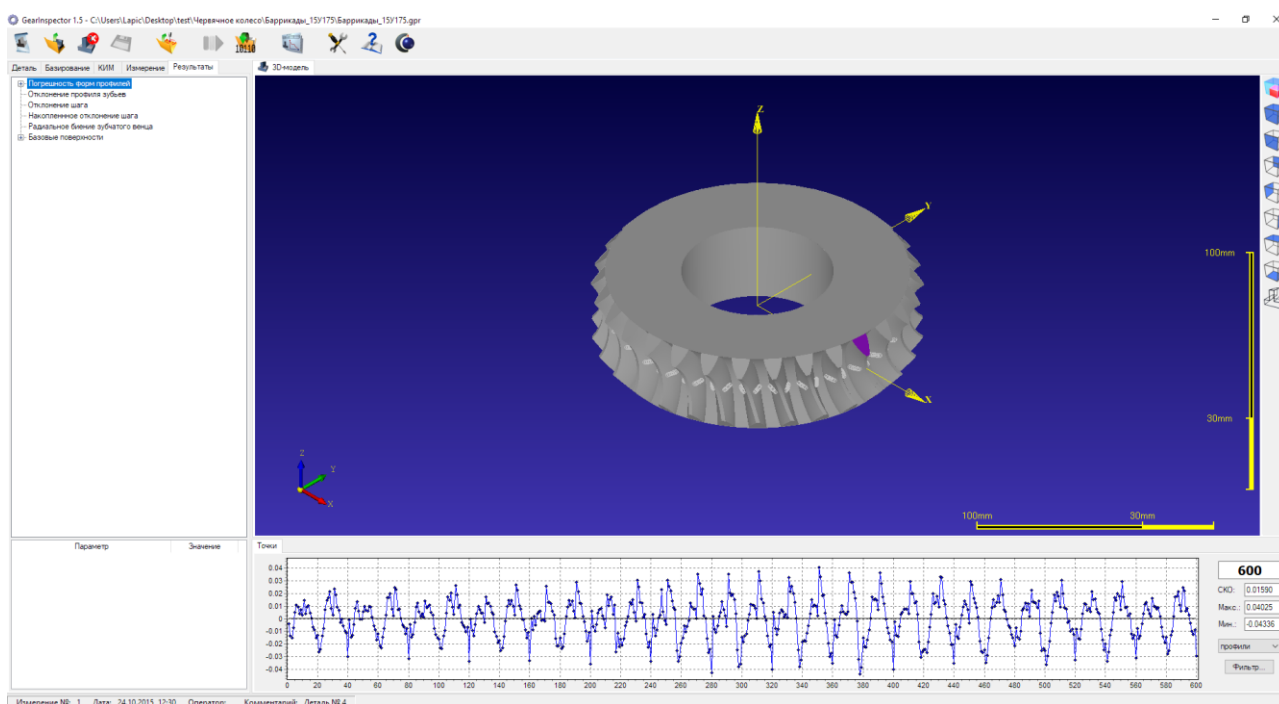
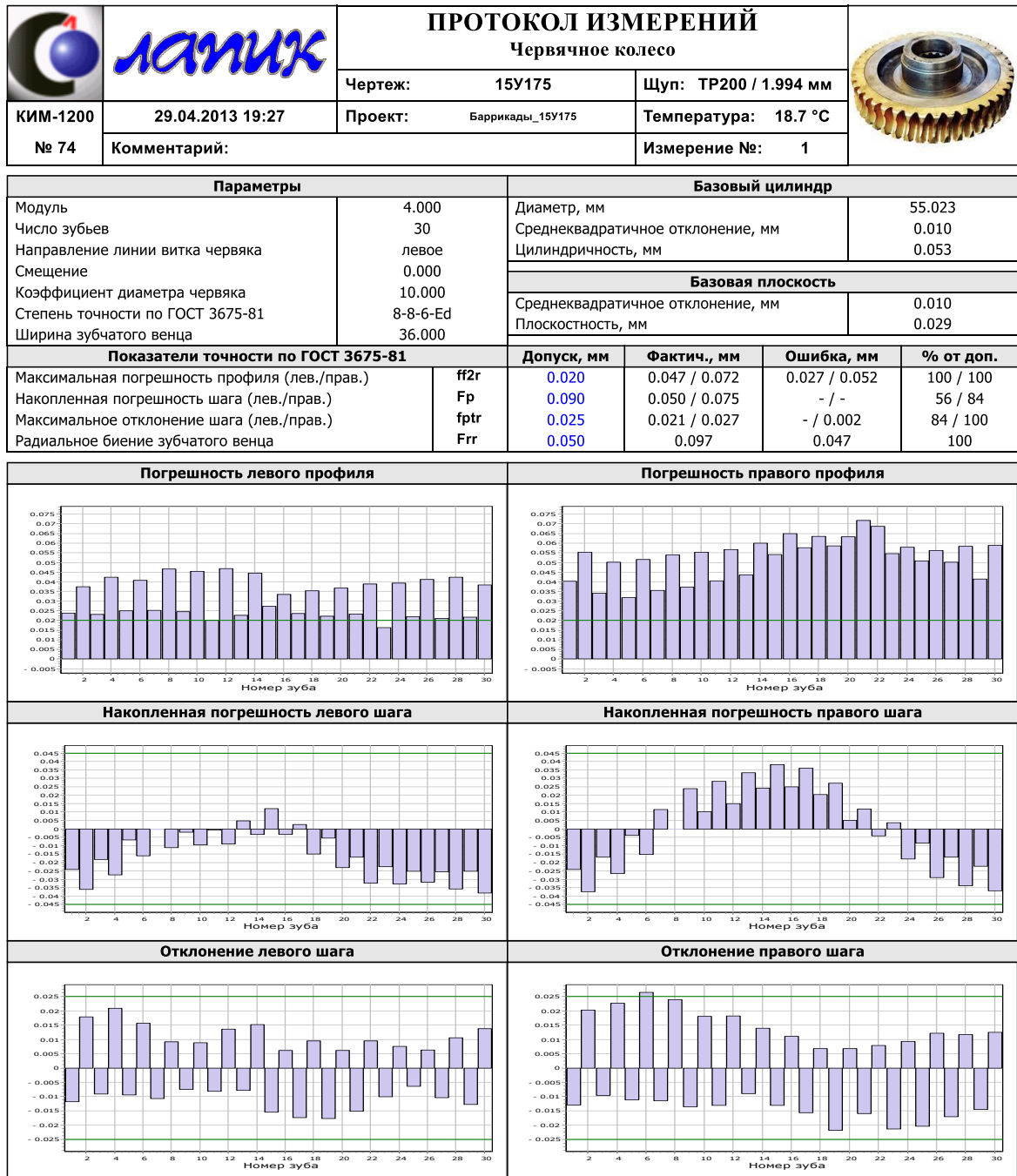


Рис. 3.10.3-1 Табличное и графическое изображение результатов расчета

3.10.4 Отчет по результатам измерения червячного колеса




Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

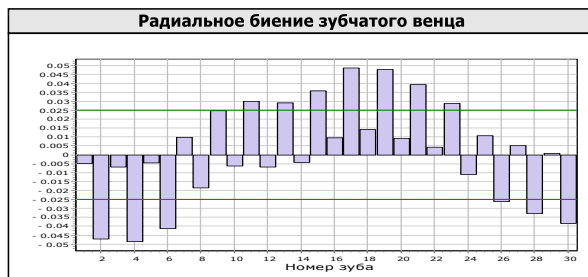
Пример отчета показан – см. рис. [3.10.4.1](#).



Оператор: _____

(Подпись)

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Червячное колесо	
		Чертёж: 15У175	
КИМ-1200 № 74	29.04.2013 19:27 Комментарий:	Проект: Баррикады_15У175	Щуп: ТР200 / 1.994 мм Температура: 18.7 °C Измерение №: 1



Оператор: _____
(Подпись)

Рис. 3.10.4-1 Пример отчета по результатам измерений червячного колеса

3.11 Контроль червячной фрезы

3.11.1 Создание червячной фрезы

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Фреза червячная» на экране появится окно задания параметров фрезы.

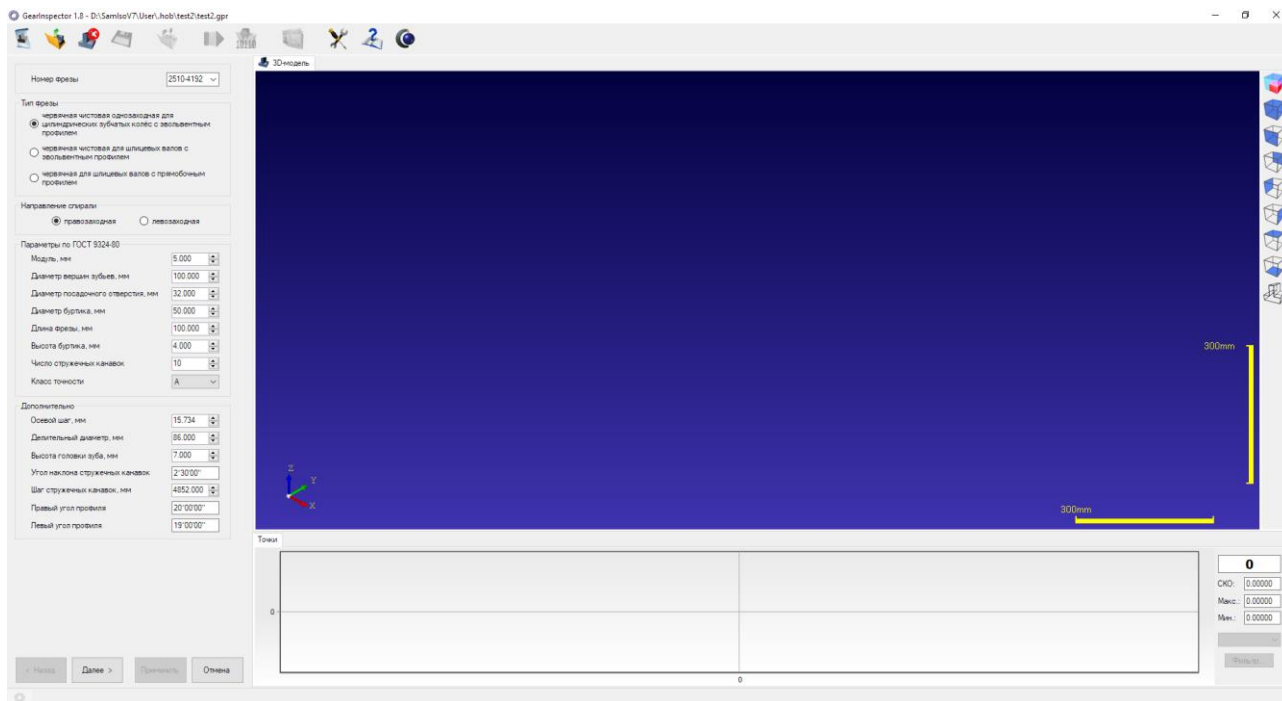


Рис. 3.11.1-1 Окно задания параметров червячной фрезы

В окне задания параметров червячной фрезы отображены следующие чертежные данные:

- **Номер фрезы** – согласно ГОСТ на червячные фрезы, все их типы нумеруются по определенным правилам. Этот номер однозначно определяет данный тип фрез
- **Тип фрезы** – на данный момент реализовано измерение только трех типов фрез: для цилиндрических эвольвентных зубчатых колес и для шлицов, эвольвентных и прямобоковых
- **Направление спирали** – может быть левым или правым. В настоящее время реализовано измерение только правых фрез
- **Параметры по ГОСТ 9324-80**
 - **Модуль, мм**
 - **Диаметр вершин зубьев, мм** – данный параметр меняется в процессе переточки фрезы и поэтому его нужно измерить штангенциркулем. При измерении на КИМе будет получено более точное его значение, которое и будет использоваться в расчетах.
 - **Диаметр посадочного отверстия, мм**
 - **Диаметр буртика, мм**
 - **Длина фрезы, мм**
 - **Высота буртика, мм**
 - **Число стружечных канавок**
 - **Класс точности** – согласно ГОСТ
- **Дополнительно**

- **Осевой шаг, мм**
- **Делительный диаметр, мм**
- **Высота головки зуба, мм** – данный параметр берется из соответствующего ГОСТа
- **Угол наклона стружечных канавок** – если он равен нулю, то считается, что фреза имеет прямые канавки, иначе - косые
- **Шаг стружечных канавок, мм**
- **Правый угол профиля**
- **Левый угол профиля**

Если в качестве типа фрезы мы выберем червячную фрезу для шлицевых валов с прямобочным профилем, то вид данной панели изменится. Задание модуля фрезы будет заблокировано, а вместо параметров «Осевой шаг, мм», «Делительный диаметр, мм», «Высота головки зуба, мм» будут следующие параметры: «Число зубьев шлица z», «Внутренний диаметр шлица d, мм», «Наружный диаметр шлица D»

После ввода этих параметров они остаются в базе данных программы. И если в дальнейшем фреза с таким номером, но с другим именем и номером чертежа будет создаваться еще раз, то все эти параметры еще раз задавать не нужно — они сами появятся в своих окошках при задании данного номера фрезы.

Задайте параметры фрезы и нажмите кнопку «Далее».

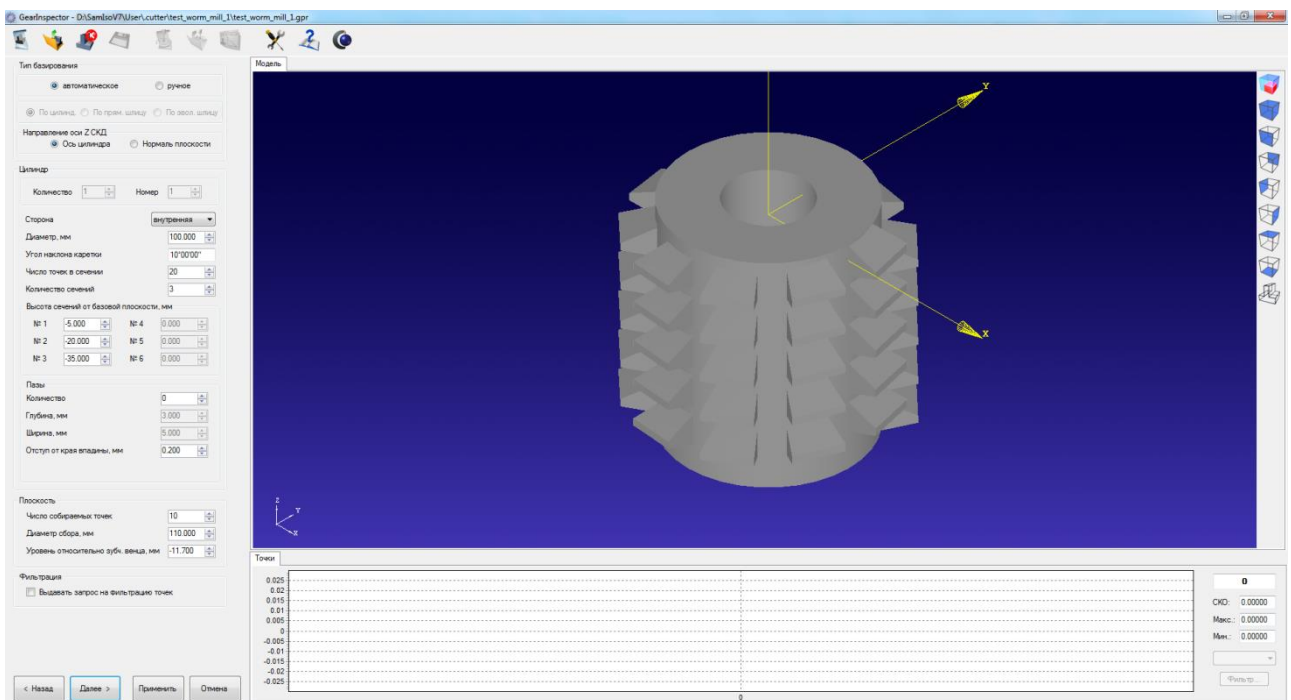


Рис. 3.11.1-2 Окно задания параметров базирования червячной фрезы

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Окно задания параметров базирования почти аналогично окнам задания параметров базирования для других типов деталей. Но есть некоторые исключения:

- базировка может быть только автоматической

- сторона цилиндра может быть только внутренней
- должен быть один и только один паз
- уровень относительно зубчатого венца не влияет на измерение
- направление оси Z СКД выбирается только по цилиндру
- запрос на фильтрацию не выдается

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения фрезы.

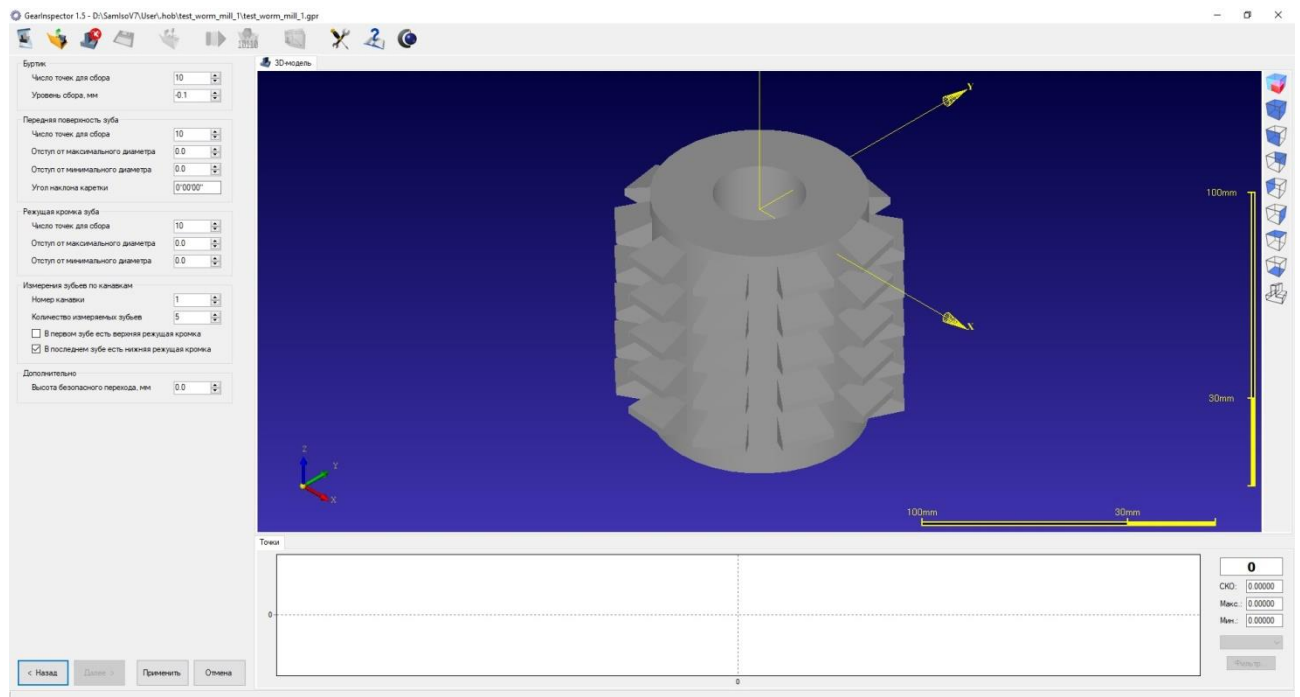


Рис. 3.11.1-3 Окно задания параметров измерения червячной фрезы

Ниже приведено краткое описание параметров измерения фрезы.

- **Буртик**
 - **Число точек для сбора**
 - **Уровень сбора, мм** – задается он от верхнего торца и должен быть со знаком минус
- **Передняя поверхность зуба**
 - **Число точек для сбора**
 - **Отступ от максимального диаметра** – т.е. от вершины режущей кромки зуба
 - **Отступ от минимального диаметра** – т.е. от дна режущей кромки зуба
 - **Угол наклона каретки** – это разворот каретки вокруг оси Z относительно передней поверхности зуба
- **Режущая кромка зуба**
 - **Число точек для сбора**

- **Отступ от максимального диаметра** – т.е. от вершины режущей кромки зуба
- **Отступ от минимального диаметра** – т.е. от дна режущей кромки зуба
- **Измерения зубьев по канавкам**
 - **Номер канавки** – номер канавки, выбранный для редактирования **измеряемых** зубьев (задается общее количество зубьев, а также, нужно ли измерять верхнюю режущую кромку первого зуба и нижнюю кромку последнего зуба)
 - **Количество измеряемых зубьев** – задается полное количество зубьев для измерения у этой канавки (но первый и/или последний могут быть измерены не полностью, если они не полные)
 - **В первом зубе есть верхняя режущая кромка** – галочка в чекбоксе означает, что в первом (верхнем) зубе нужно измерять верхнюю режущую кромку (она есть)
 - **В последнем зубе есть нижняя режущая кромка** – галочка в чекбоксе означает, что в последнем (нижнем) зубе нужно измерять нижнюю режущую кромку (она есть).

Если мы хотим измерить максимальное количество режущих кромок в данной фрезе (все полные и неполные зубья), мы должны в качестве первой канавки выбрать канавку, у которой на первом зубе появилась полноправная нижняя режущая кромка (верхней еще нет).

- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода, мм** – это высота, на которой будут осуществляться переходы и, что самое главное, смены положений поворотной головки. Эту высоту желательно брать не менее 100 мм

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «*Применить*».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.11.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «*ОК*» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.11.2 Измерение червячной фрезы

ВНИМАНИЕ! Все параметры червячной фрезы, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Перед запуском соответствующей dmis-программы нужно откалибровать поворотную головку Renishaw в следующих 9-ти положениях углов A и B:

(0, 0), (90, 0), (90, 45), (90, 90), (90,135), (90, 180), (90, -135), (90, -90), (90, -45)

Измерение проводится только поворотной головкой Renishaw в несканирующем режиме.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Фреза устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Торцевое сечение должно быть параллельно плоскости XY системы координат машины (СКМ), т.е. рабочему столу. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали.

Ось X СКМ должна проходить приблизительно через середину паза.

Автоматическое измерение

СКД, автоматическая базировка и измерение червячного колеса практически аналогичны измерению цилиндрической шестерни (см. п. [3.1.2](#)).

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с той канавки и зуба, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «ОК».

3.11.3 Просмотр результатов измерения червячной фрезы

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек.

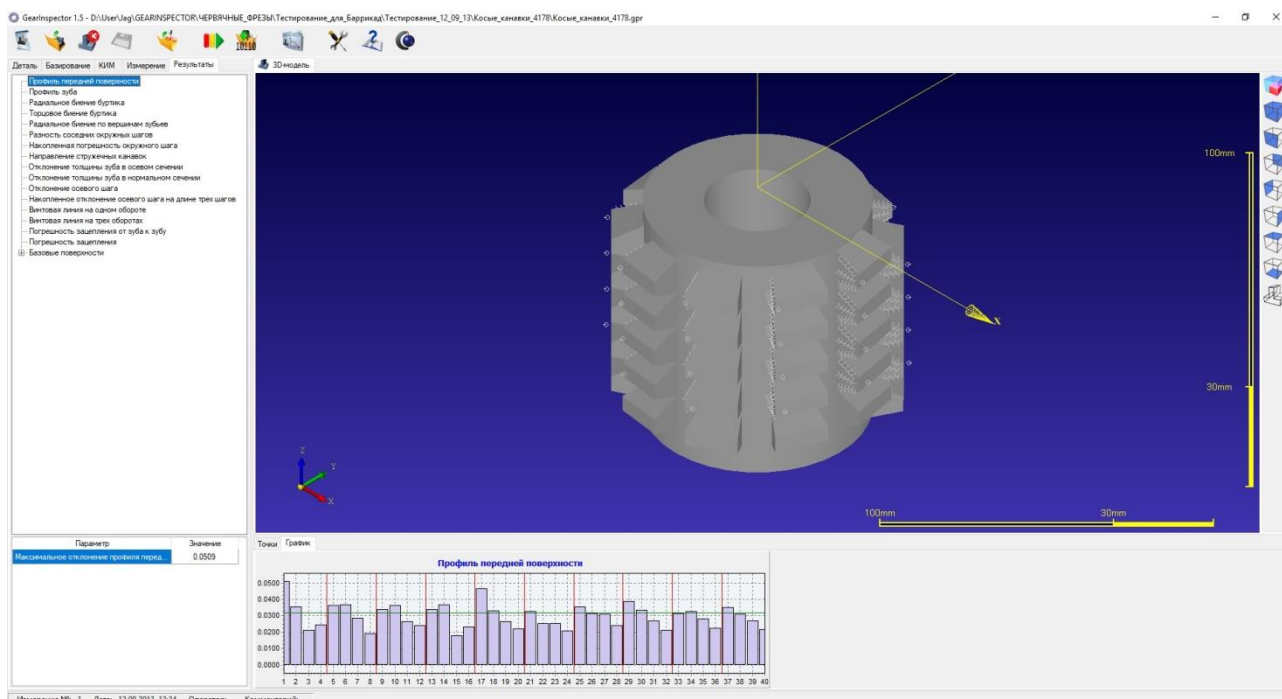





Рис. 3.11.3-1 Табличное и графическое изображение результатов расчета

3.11.4 Отчет по результатам измерения червячной фрезы

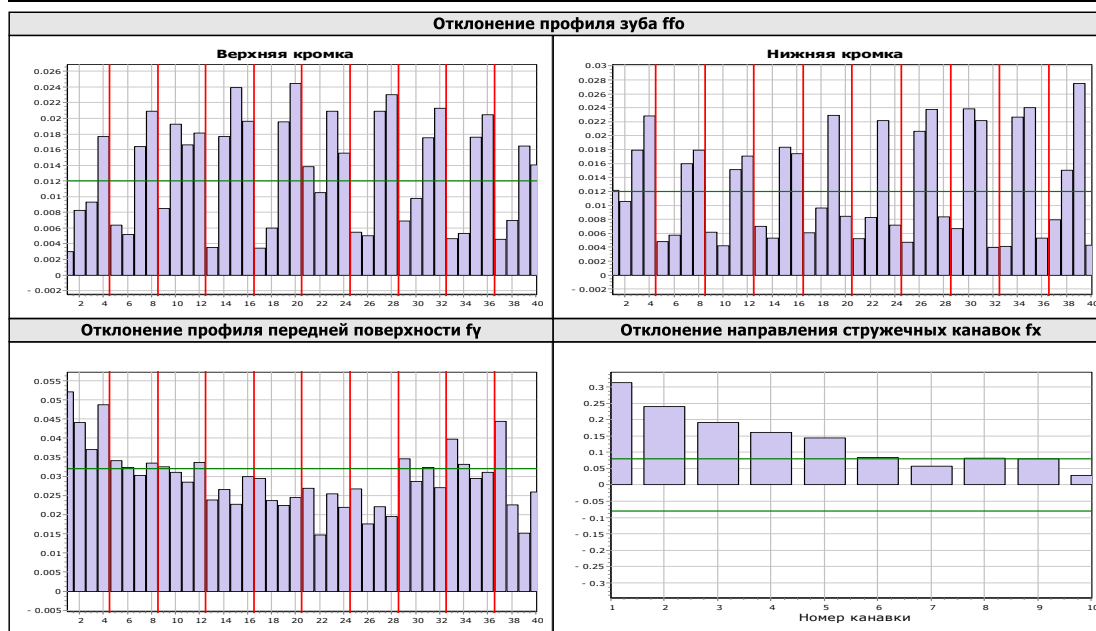
Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.11.4.1](#).

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Фреза червячная чистовая однозаходная для цилиндрических зубчатых колёс с эвольвентным профилем		
		Чертеж:	Шуп: TP200 / 1.993 мм	
КИМ-1200	15.05.2013 18:39	Проект: Косые_канавки_4178	Температура: 24.9 °C	
№ 74	Комментарий:		Измерение №: 1	




Параметры		Базовый цилиндр	
Номер	2510-4178	Диаметр, мм	32.005
Направление спирали	правозаходная	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.003
Модуль m0	4.000	Цилиндричность, мм	0.016
Число стружечных канавок z0	10	Базовая плоскость	
Класс точности по ГОСТ 9324-80	A	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.001
		Плоскостность, мм	0.003

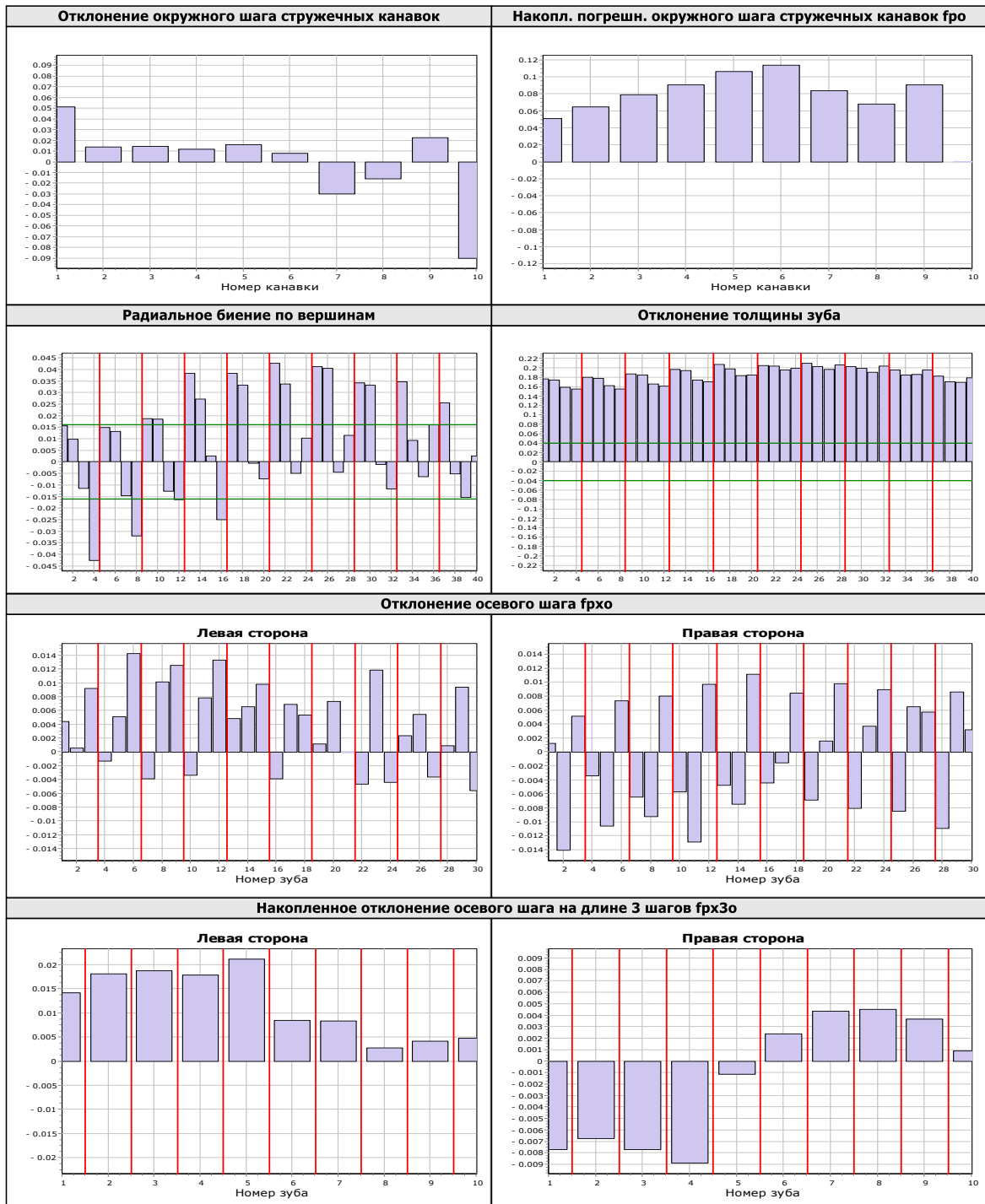
Показатели точности по ГОСТ 9324-80		Допуск, мм	Фактич., мм	Ошибка, мм	% от доп.
Максим. отклонение профиля передней поверхности	fy	0.032	0.052	0.020	100+
Максимальное отклонение профиля зуба (верх./нижн.)	ffo	0.012	0.024 / 0.027	0.012 / 0.015	100+ / 100+
Радиальное биение буртика	fy	0.006	0.007	0.001	100+
Торцовое биение буртика	ft	0.005	0.014	0.009	100+
Радиальное биение по вершинам зубьев	frda	0.032	0.086	0.054	100+
Наибольш. разность отклонений соседн. окружных шагов	fuo	0.032	0.141	0.109	100+
Наибольшая разность накопл. погрешн. окружного шага	fpo	0.063	0.114	0.051	100+
Максим. отклонение направления стружечных канавок	fx	0.080	0.314	0.234	100+
Максимальное отклонение толщины зуба в осевом сечении	Tso	-	0.210	-	-
Минимальное отклонение толщины зуба в осевом сечении	Tso	-0.040	0.155	0.195	100+
Максимальное отклонение толщины зуба в норм. сечении	-	-	0.210	-	-
Минимальное отклонение толщины зуба в норм. сечении	-	-0.040	0.155	0.195	100+
Максимальное отклонение осевых шагов (лев./прав.)	fpxo	-	0.014 / 0.014	- / -	- / -
Максим. накопл. отклонение осевых шагов (лев./прав.)	fp3o	-	0.021 / 0.009	- / -	- / -
Максим. отклон. винт. линий на 1 обороте (лев./прав.)	fho	0.014	0.036 / 0.023	0.022 / 0.009	100+ / 100+
Максим. отклон. винт. линий на 3 оборотах (лев./прав.)	fh3o	0.020	0.044 / 0.030	0.024 / 0.010	100+ / 100+
Максимальная погрешность зацепления от зуба к зубу	Fpb10	0.010	0.017	0.007	100+
Максимальная погрешность зацепления	Fpb0	0.030	0.042	0.012	100+



Оператор: _____




(Подпись)

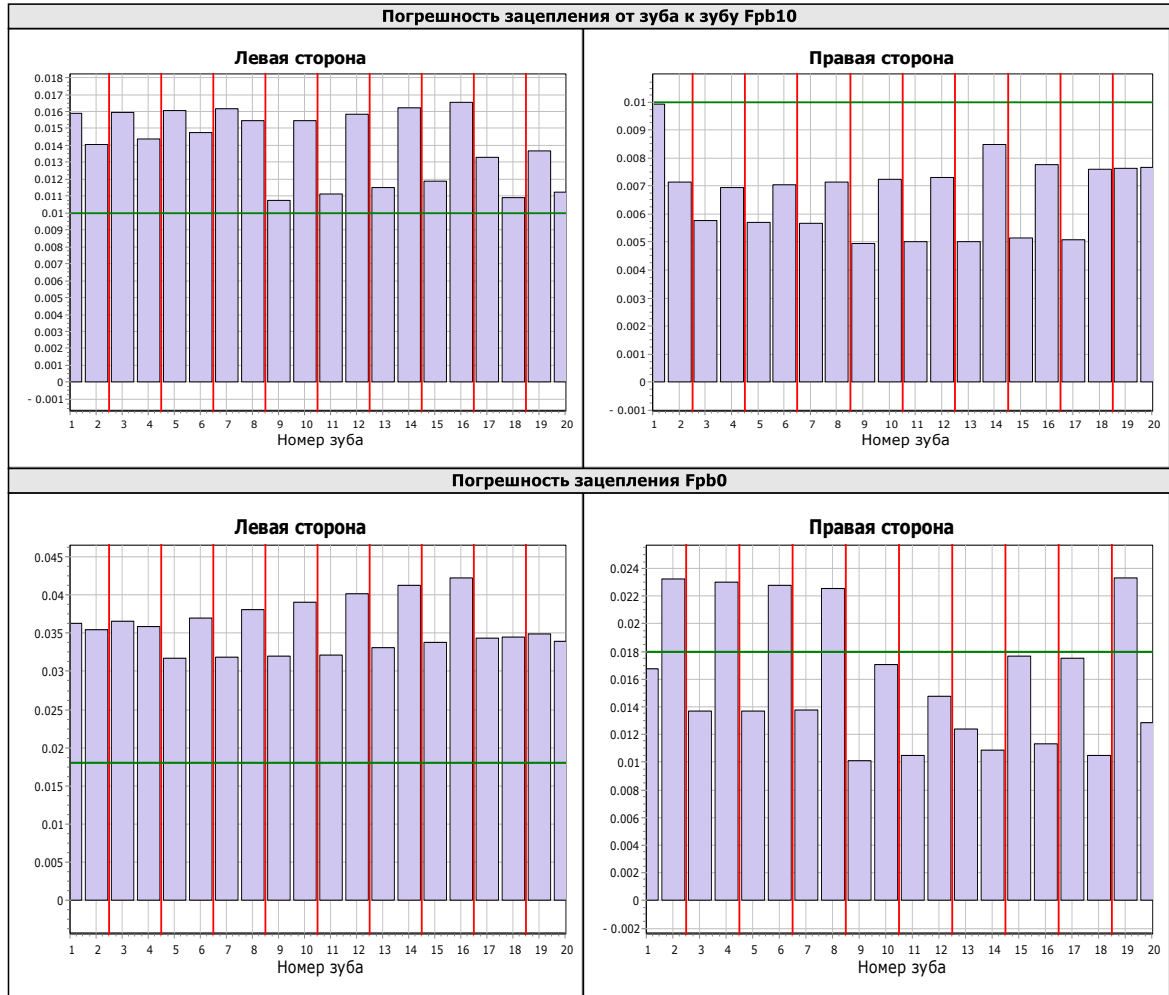
		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Фреза червячная чистовая однозаходная для цилиндрических зубчатых колёс с эвольвентным профилем		
		Чертеж:	Щуп: ТР200 / 1.993 мм	
КИМ-1200 № 74	15.05.2013 18:39	Проект: Косые_канавки_4178	Температура: 24.9 °C	Измерение №: 1
Комментарий:				



Оператор: _____

(Подпись)

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Фреза червячная чистовая однозаходная для цилиндрических зубчатых колёс с эвольвентным профилем		
		Чертеж:	Щуп: TP200 / 1.993 мм	
КИМ-1200 № 74	15.05.2013 18:39	Проект: Косые_канавки_4178	Температура: 24.9 °C	
Комментарий:		Измерение №: 1		



Оператор: _____ (Подпись)

Рис. 3.11.4-1 Пример отчета по результатам измерений червячной фрезы

3.12 Контроль винта шарико-винтовой пары (ШВП)

3.12.1 Создание винта ШВП

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Винт ШВП» на экране появится окно задания параметров винта ШВП.

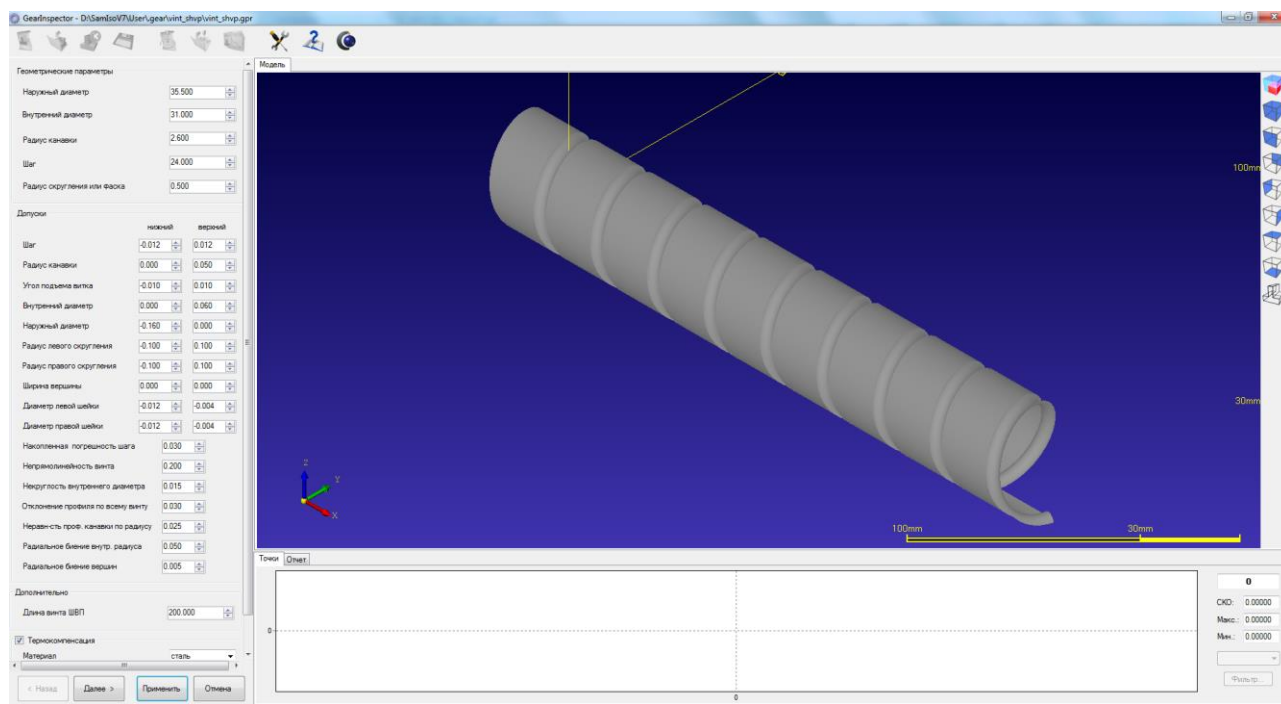


Рис. 3.12.1-1 Окно задания параметров винта ШВП

В окне задания параметров винта отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Наружный диаметр
 - Внутренний диаметр
 - Радиус канавки
 - Шаг
 - Радиус скругления или фаски
- **Допуски**
 - Шаг
 - Радиус канавки
 - Угол подъема витка
 - Внутренний диаметр
 - Наружный диаметр
 - Радиус левого скругления
 - Радиус правого скругления
 - Ширина вершины
 - Диаметр левой шейки - (левый базировочный цилиндр)
 - Диаметр правой шейки - (правый базировочный цилиндр)
 - Накопленная погрешность шага
 - Непрямолинейность винта

- **Некруглость внутреннего диаметра**
- **Отклонение профиля по всему винту**
- **Неравномерность профиля канавки по радиусу**
- **Радиальное биение внутреннего радиуса**
- **Радиальное биение вершин**
- **Дополнительно**
 - **Длина ШВП** – она нужна для правильной визуализации винта
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры винта ШВП и нажмите кнопку «Далее».

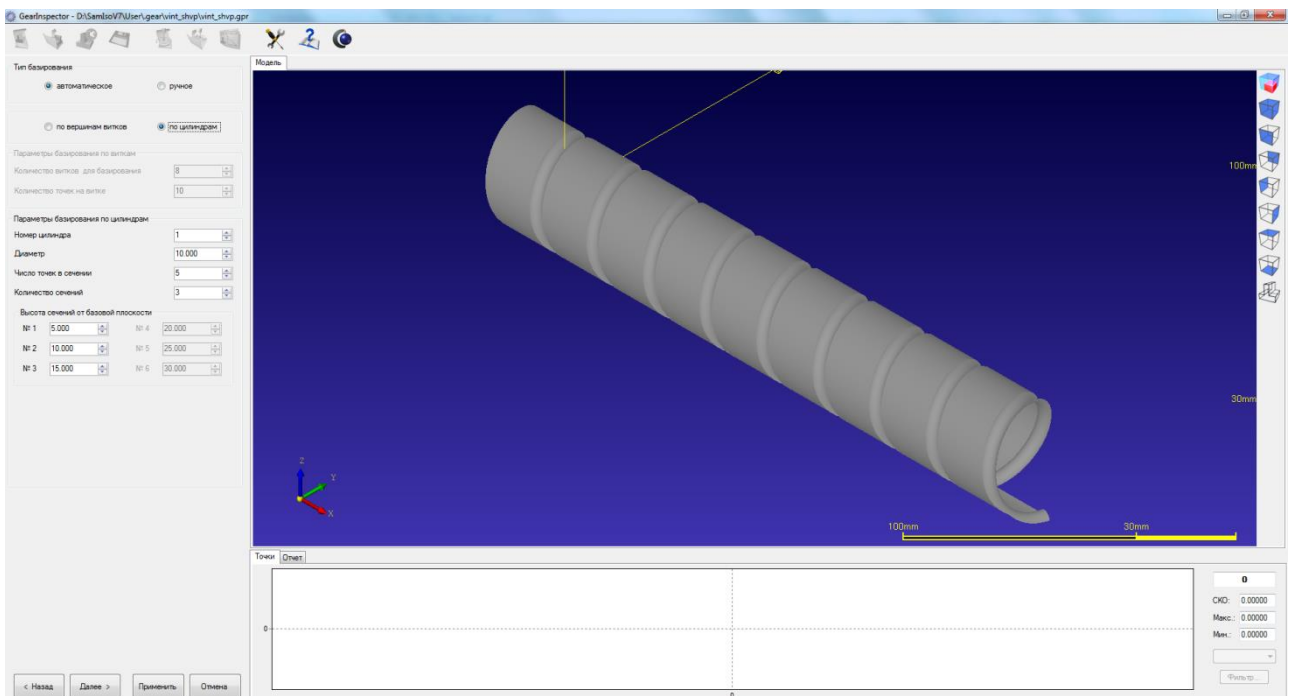


Рис. 3.12.1-2 Окно задания параметров базирования винта ШВП

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Здесь открыты для редактирования следующие параметры:

- **Тип базирования** — базирование может быть ручным или автоматическим. Для автоматического базирования нужно задать еще и параметры базирования. Кроме того, автоматическое базирование может осуществляться по виткам или двум боковым цилиндрам.
- **Параметры базирования по виткам**
 - **Количество витков для базирования** – это количество витков, по вершинам которых будут собираться точки при базировании

- **Количество точек на витке** – количество точек сбора на вершине каждого витка
- **Параметры базирования по цилиндрам**
 - **Номер цилиндра** – здесь задается номер цилиндра (1 или 2) для которого далее будут заданы параметры сбора точек
 - **Диаметр**
 - **Число точек в сечении**
 - **Количество сечений**
 - **Высота сечений от базовой плоскости**

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения винта ШВП.

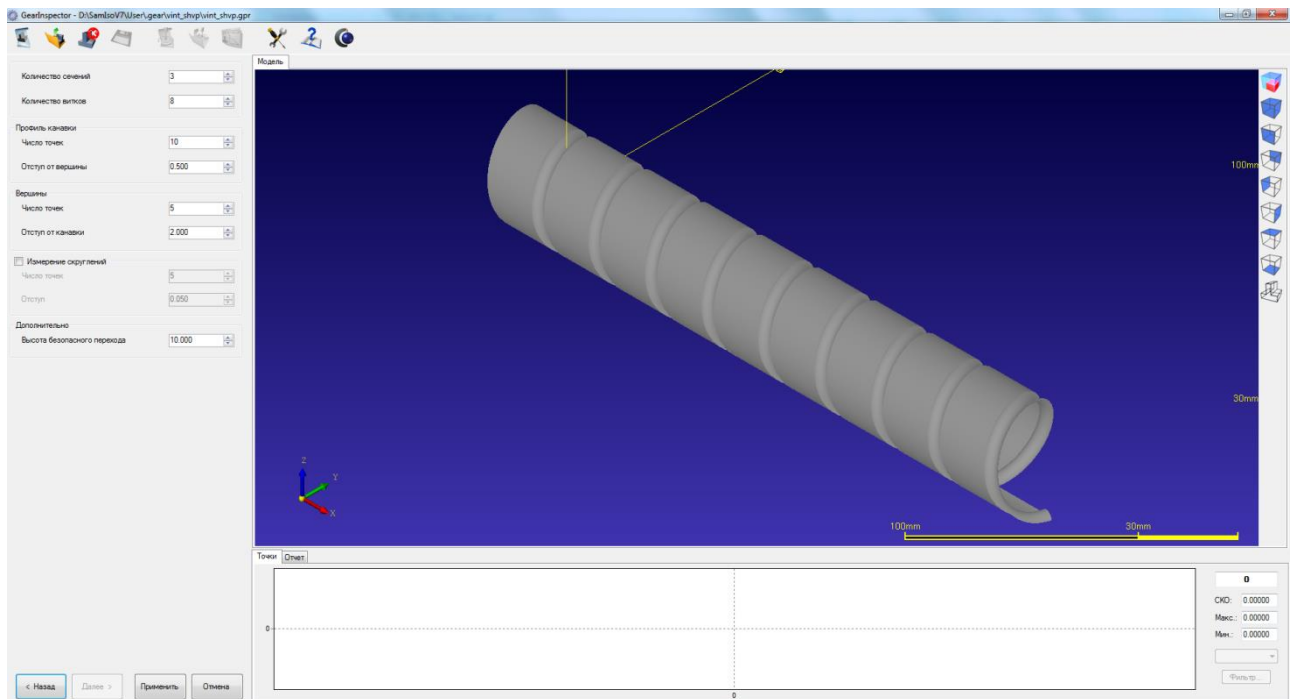


Рис. 3.12.1-3 Окно задания параметров измерения винта ШВП

Ниже приведено краткое описание параметров измерения винта ШВП.

- **Общие параметры**
 - **Количество сечений** – количество сечений сбора вдоль оси винта
 - **Количество витков**
- **Профиль канавки**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждой окружности нормального сечения канавки

- **Отступ от вершины** – отступ от каждой из двух кромок вершин при сборе с сечения канавки
- **Вершины**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждой вершины
 - **Отступ от канавки** – отступ от каждой из двух кромок при сборе с вершины
- **Измерение скруглений**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждого скругления
 - **Отступ при сборе** – отступ от каждой из двух кромок при сборе со скругления
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.12.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.12.2 Измерение винта ШВП

ВНИМАНИЕ! Все параметры винта, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и

нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector»



Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Винт ШВП устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Ось винта должна быть параллельна оси X СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось X параллельна оси X СКМ. Начало по X совпадает с центром впадины, находящейся

справа от первой вершины. Именно по этой впадине и производится базирование по X.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы.

В случае базирования по виткам DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм над центром первой впадины (канавки). Именно с этой впадины и будет в дальнейшем сбор заранее заданного количества витков при базировке и измерении. Далее процесс базирования проходит автоматически: «грубая» базировка по первой впадине (собирается одна точка с дна и две – с боков), затем базировка по цилиндру вершин (по нему устанавливается ось X СКД) и наконец, точная базировка по первой впадине (собирается окружность с первой впадины и по ней уже более точно устанавливается начало по X).

В случае базирования по цилиндрам DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп над осью на уровне координаты X условной базировочной плоскости (от которой вдоль оси X отсчитываются уровни сбора по обоим цилиндрам). Далее программа автоматически измеряет оба цилиндра (по ним устанавливается ось X СКД) и просит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм над центром первой впадины (канавки). Именно с этой впадины и будет в дальнейшем сбор заранее заданного количества витков при измерении. Далее проходит «грубая» базировка по первой впадине (собирается одна точка с дна и две – с боков). Затем собирается окружность с первой впадины и по ней уже более точно устанавливается начало по X.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

DMIS-программа предлагает измерить витки.

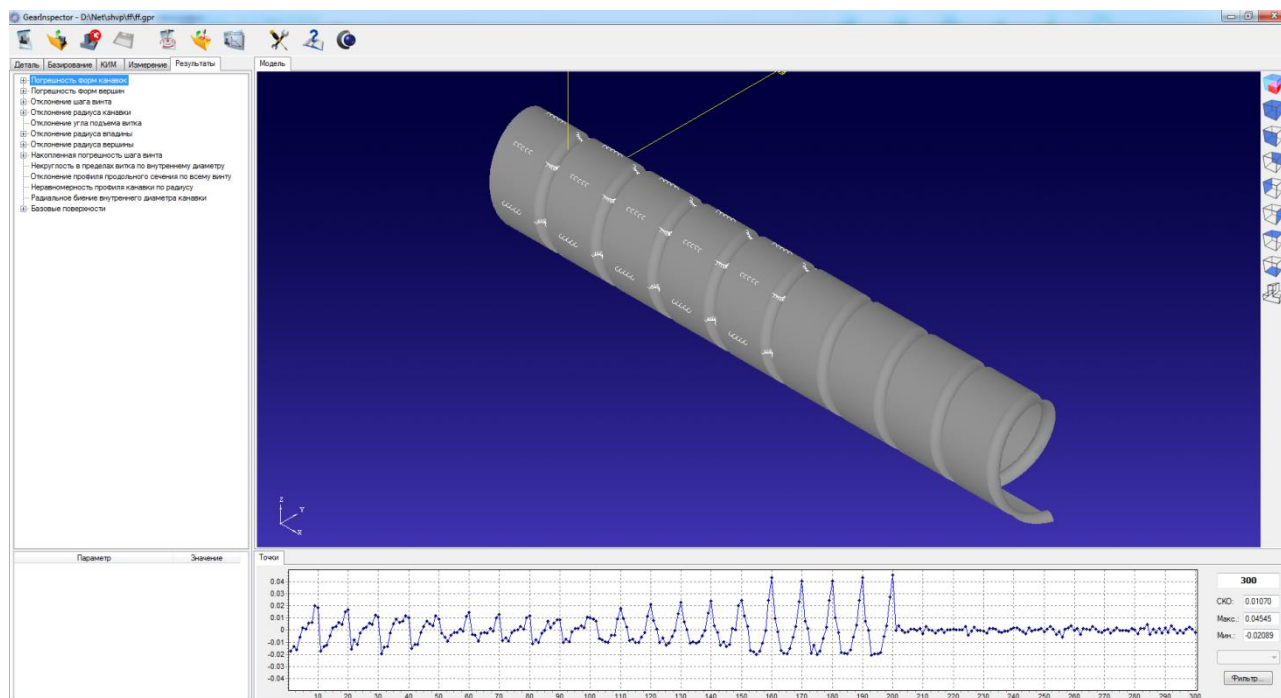
Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «ОК».

3.12.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.

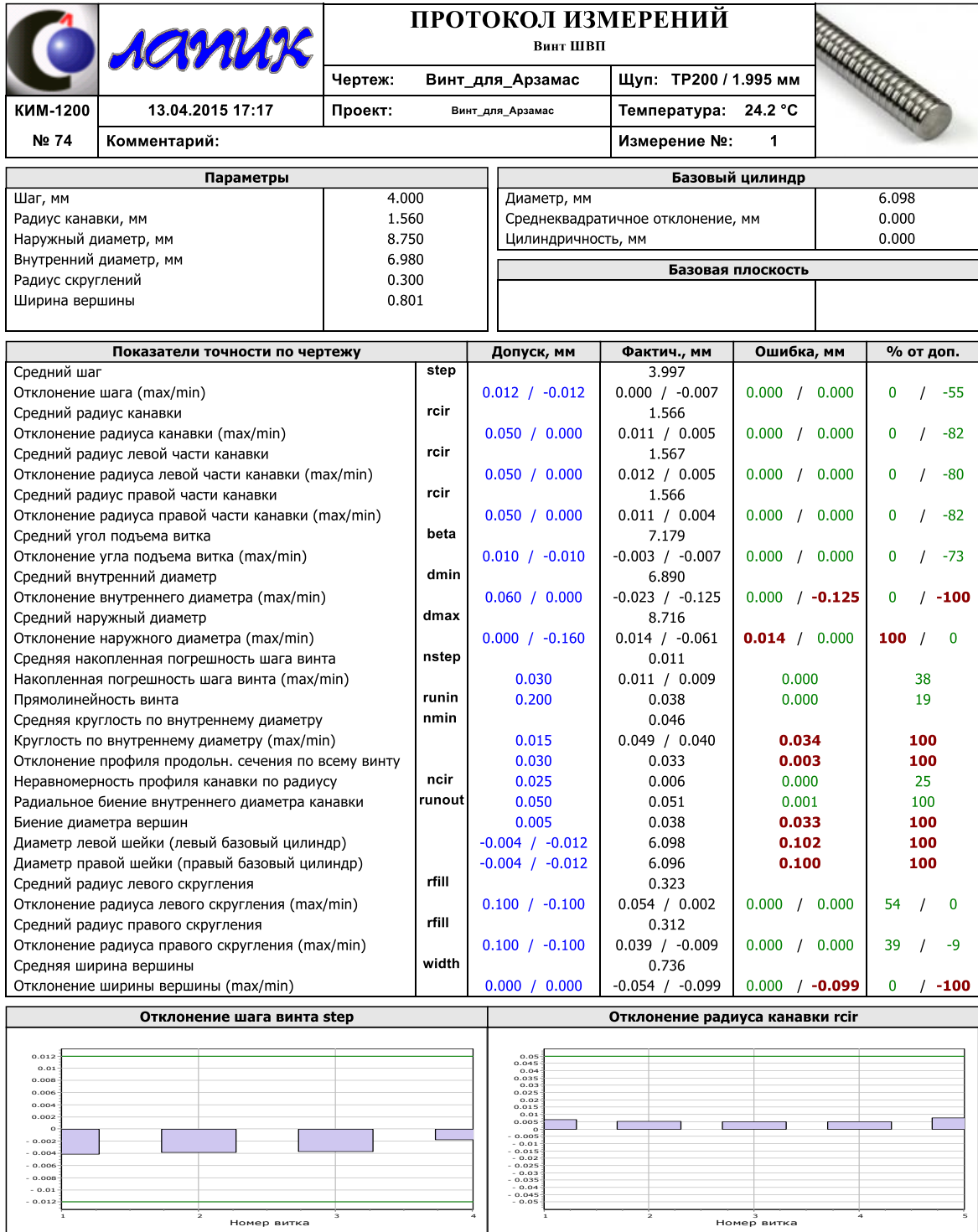
Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Графики погрешностей формы канавок и отклонений формы вершин выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

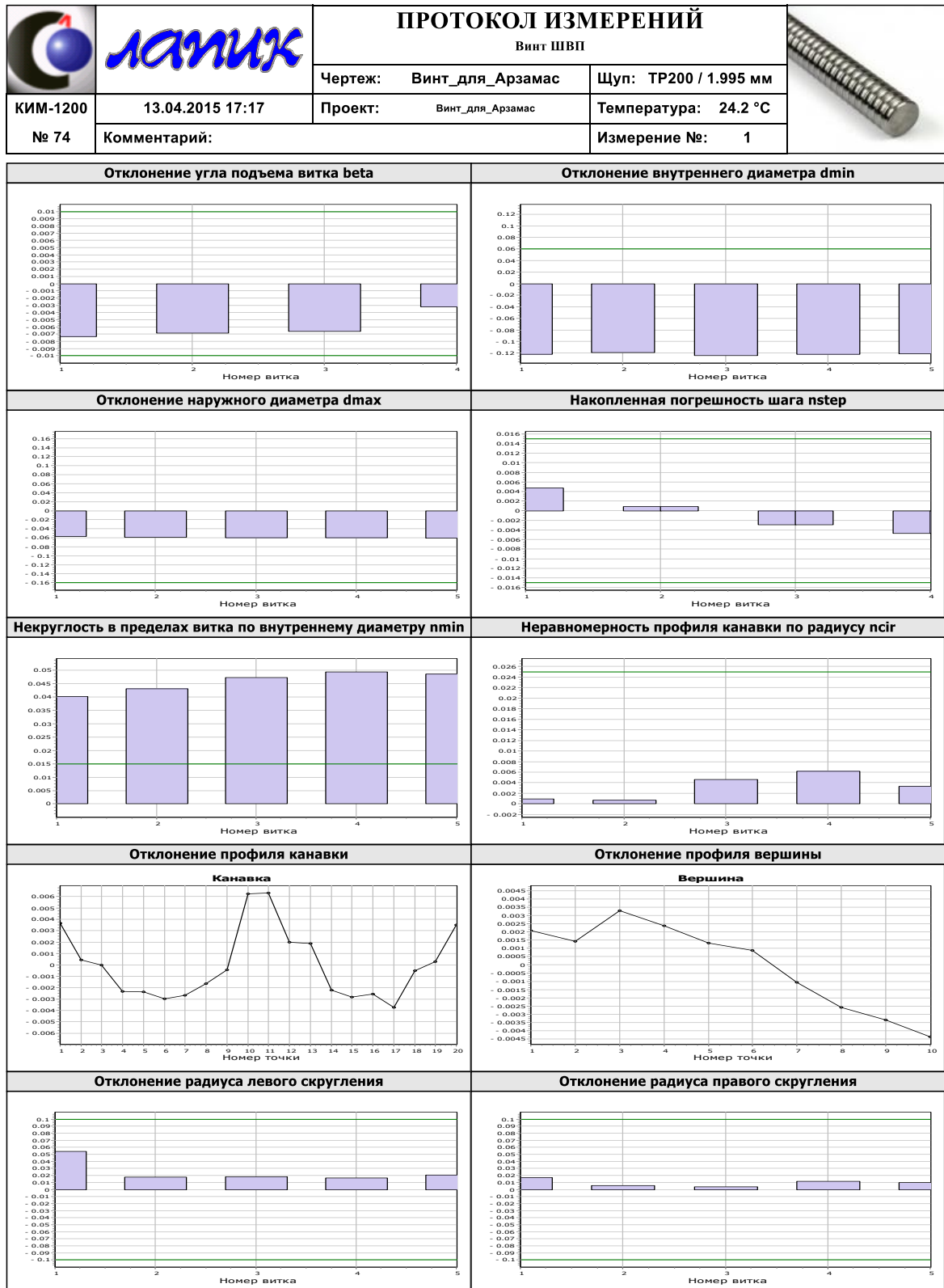
3.12.4 Отчет по результатам измерения

Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.12.4.1](#).



Оператор: _____



Оператор: _____ (Подпись)

Рис. 3.12.4-1 Пример отчета по результатам измерений винта ШВП

3.13 Контроль гайки шарико-винтовой пары (ШВП)

3.13.1 Создание гайки ШВП

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Гайка ШВП» на экране появится окно задания параметров гайки ШВП.

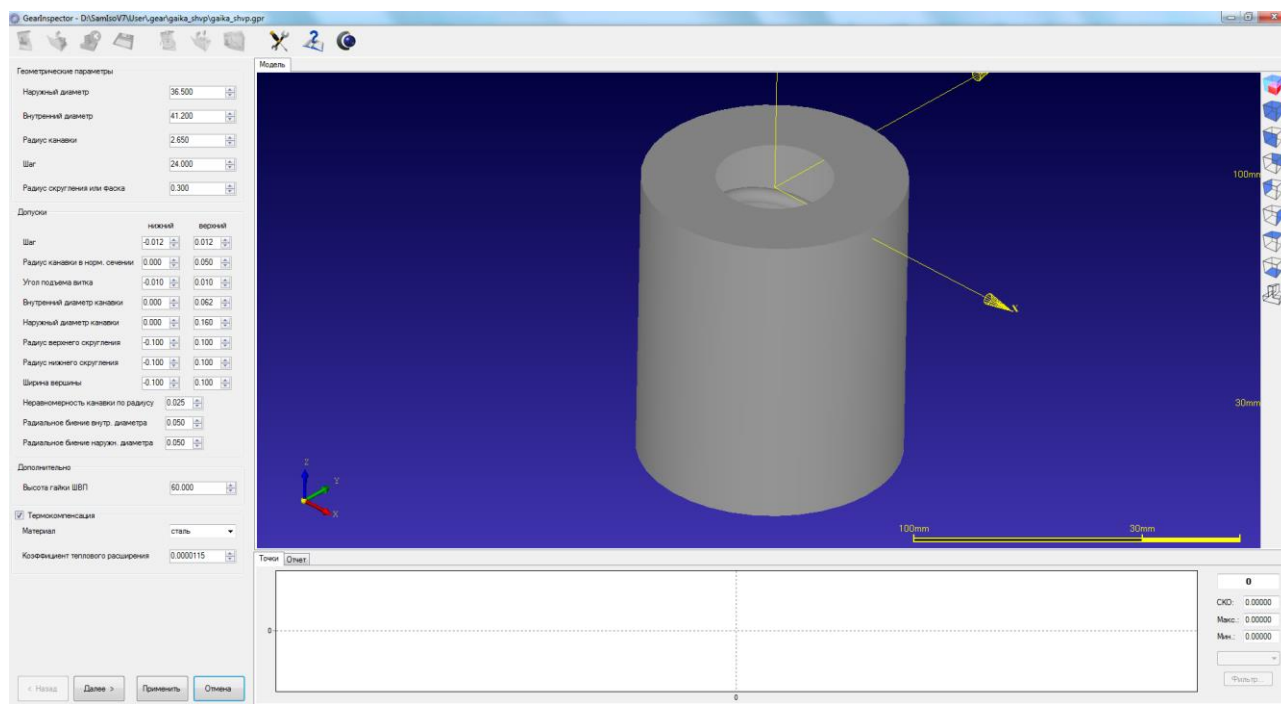


Рис. 3.13.1-1. Окно задания параметров гайки ШВП

В окне задания параметров винта отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Наружный диаметр
 - Внутренний диаметр
 - Радиус канавки
 - Шаг
 - Радиус скругления или фаска
- **Допуски**
 - Шаг
 - Радиус канавки в нормальном сечении
 - Угол подъема витка
 - Внутренний диаметр канавки
 - Наружный диаметр канавки
 - Радиус верхнего скругления
 - Радиус нижнего скругления
 - Ширина вершины
 - Неравномерность канавки по радиусу
 - Радиальное биение внутреннего диаметра
 - Радиальное биение наружного диаметра

- **Дополнительно**
 - **Длина ШВП** – она нужна для правильной визуализации гайки
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Кoeff. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры гайки ШВП и нажмите кнопку «Далее».

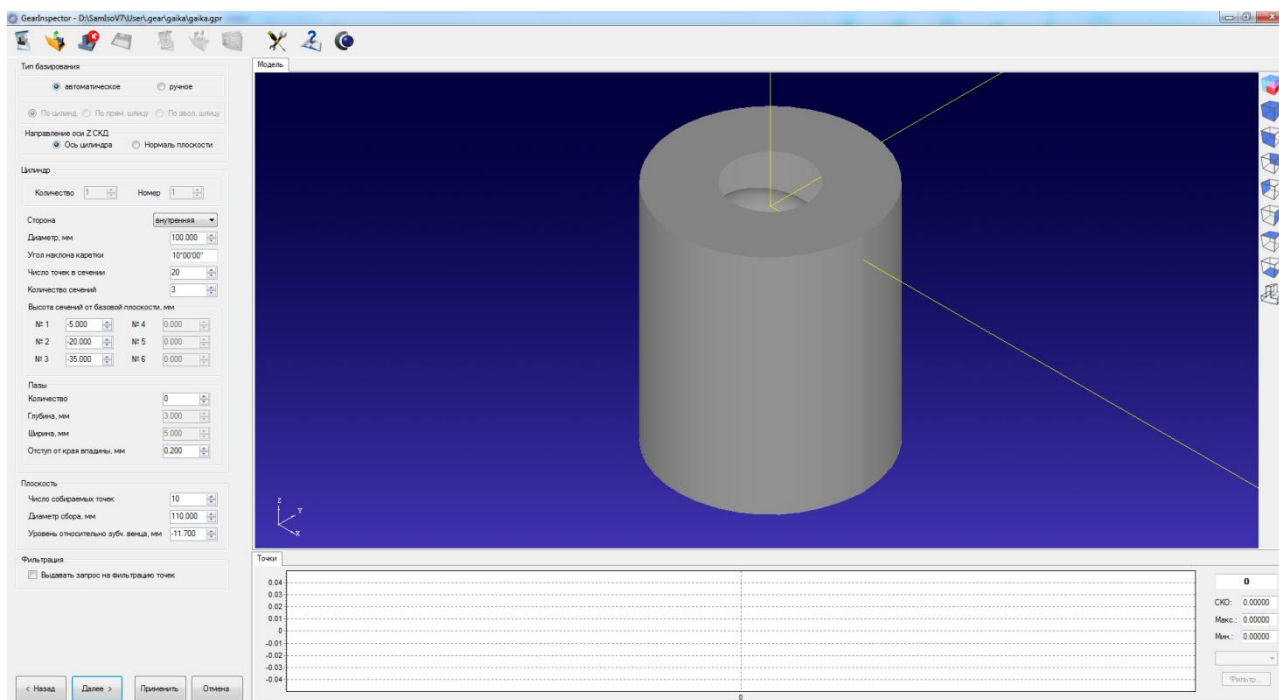


Рис. 3.13.1-2 Окно задания параметров базирования гайки ШВП

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Окно задания параметров базирования почти аналогично окнам задания параметров базирования для других типов деталей (например, для цилиндрической шестерни).

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения гайки ШВП.

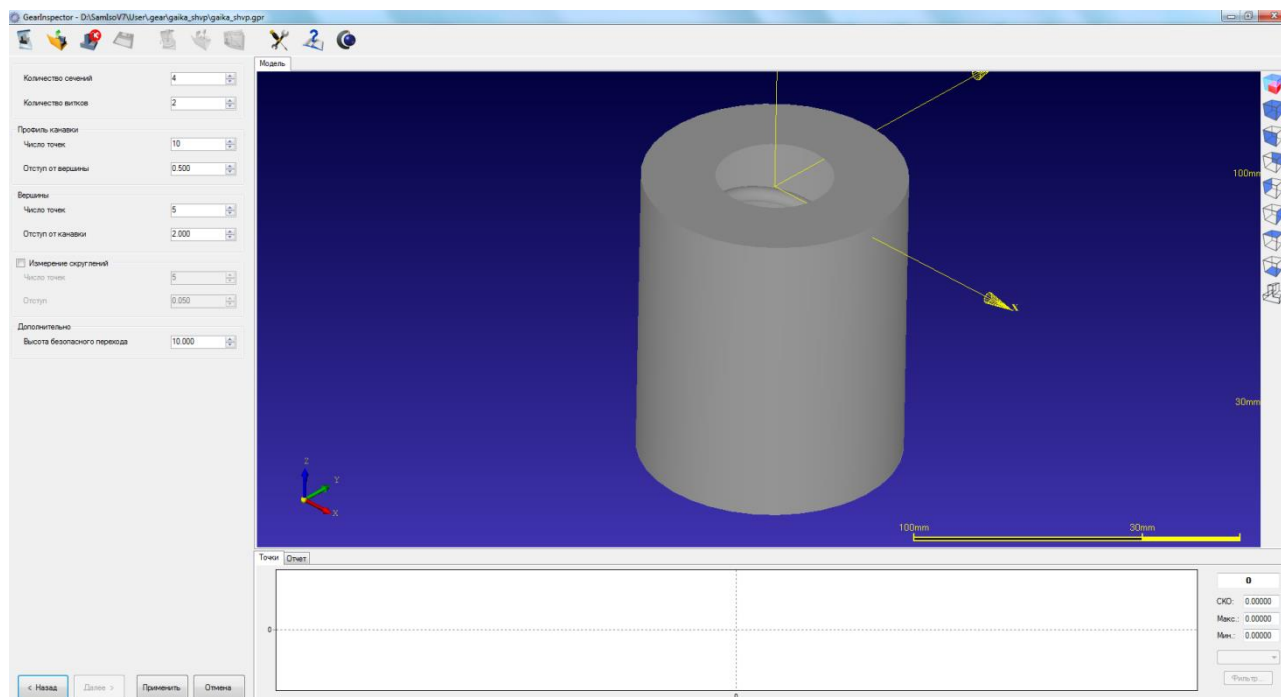


Рис. 3.13.1-3 Окно задания параметров измерения гайки ШВП

Ниже приведено краткое описание параметров измерения гайки ШВП.

- **Общие параметры**
 - **Количество сечений** – количество сечений сбора вдоль оси гайки. Для данной версии программы это количество сечений должно быть равно 4.
 - **Количество витков**
- **Профиль канавки**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждой окружности нормального сечения канавки
 - **Отступ от вершины** – отступ от каждой из двух кромок вершин при сборе с сечения канавки
- **Вершины**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждой вершины
 - **Отступ от канавки** – отступ от каждой из двух кромок при сборе с вершины
- **Измерение скруглений**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждого скругления
 - **Отступ** – отступ от каждой из двух кромок при сборе
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «*Применить*».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.13.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.13.2 Измерение гайки ШВП

ВНИМАНИЕ! Все параметры гайки, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Гайка ШВП устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Ось винта должна быть параллельна оси Z СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. По азимуту гайка должна быть установлена так, чтобы сечение XZ первой верхней впадины было как можно выше. Именно по нему будет производиться базирование по впадине.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z параллельна оси Z СКМ. Начало по Z совпадает с центром впадины, находящейся сверху от первой вершины. Именно по этой впадине и производится базирование по Z. При этом базировка по Z будет проходить по сечению XZ впадины.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм над центром гайки или справа над ее торцом (аналогично базировке по другим деталям, например, цилиндрической шестерне).

Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

После базировки по наружному цилиндру и верхнему торцу система попросит установить уже не вертикальный а Г-образный щуп Renishaw, который должен быть предварительно откалиброван в 4-х положениях:

90, 0; 90, 90; 90, 180; 90, -90. После нажатия Ок программа будет остановлена, после чего можно поставить этот Г-образный щуп, запустить нашу программу и, выбрав продолжение, - продолжить ее.

Система повернет щуп надлежащим образом и попросит поставить шарик внутрь первой канавки (справа). Затем будет грубое и точное базирование по окружности канавки.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

DMIS-программа предлагает измерить витки.

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

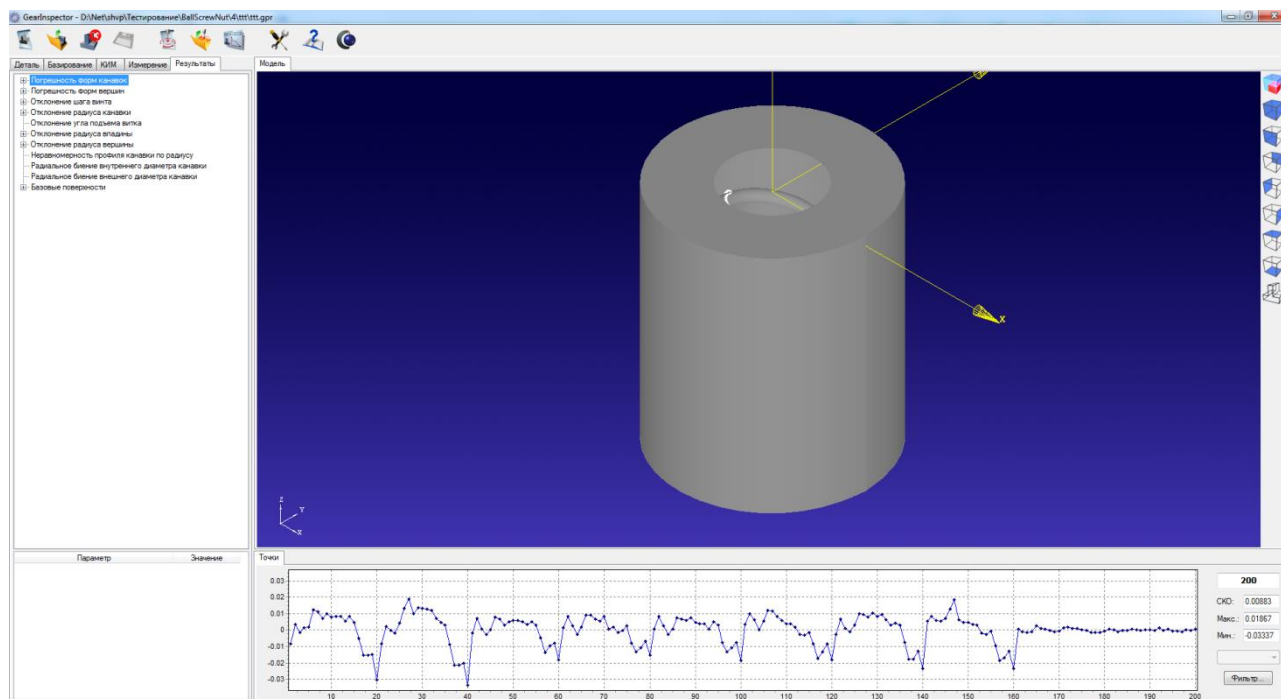
Следует иметь в виду, что для последнего витка каждого сечения вершины не измеряются. Это сделано по той причине, что, как правило, у гайки ШВП нет 2-х полноценных витков.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «ОК».

3.13.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.


Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Графики погрешностей формы канавок и отклонений формы вершин выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

3.13.4 Отчет по результатам измерения

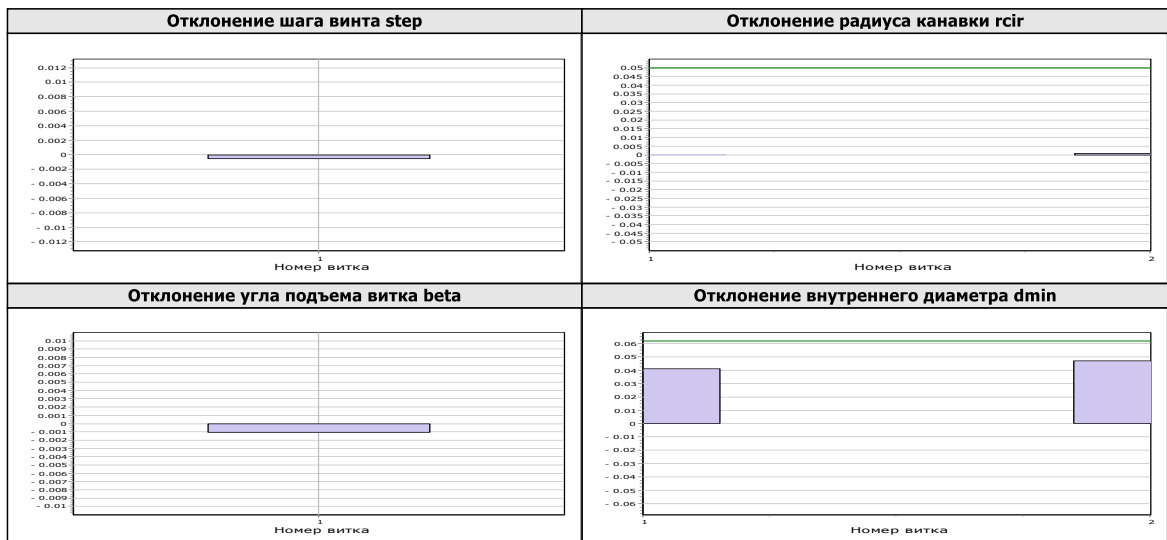
Если в метрологическом программном комплексе SamIso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан - см. рис. [3.13.4.1](#).

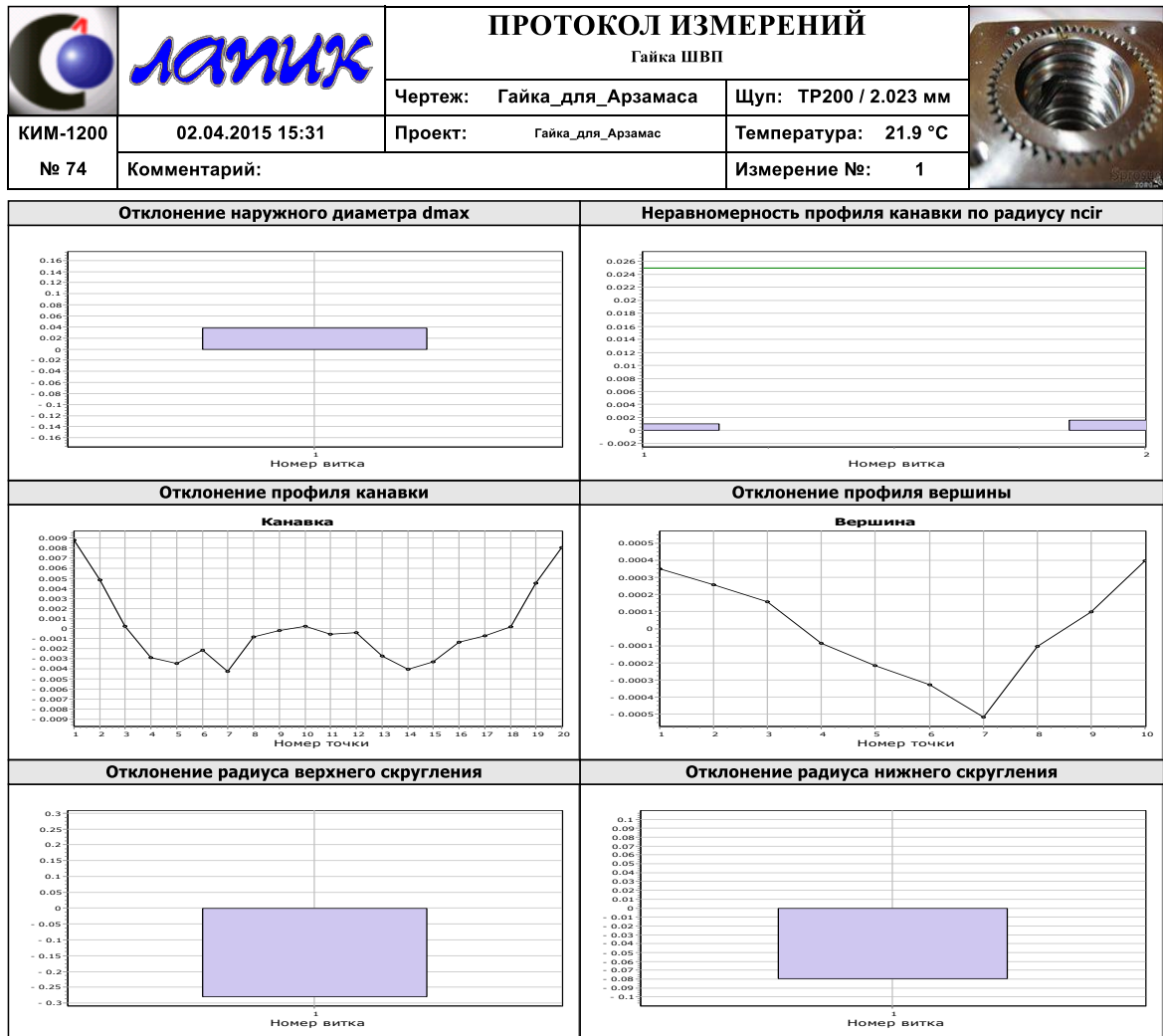
		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ		
		Гайка ШВП		
КИМ-1200	02.04.2015 15:31	Чертеж: Гайка_для_Арзамаса	Щуп: TP200 / 2.023 мм	
№ 74	Комментарий:	Проект: Гайка_для_Арзамас	Температура: 21.9 °C	
			Измерение №: 1	

Параметры		Базовый цилиндр	
Шаг винта, мм	4.000	Диаметр, мм	-
Радиус канавки, мм	1.550	Среднеквадратичное отклонение, мм	-
Наружный диаметр, мм	11.000	Цилиндричность, мм	-
Внутренний диаметр, мм	13.020	Базовая плоскость	
Радиус скруглений	0.300	Среднеквадратичное отклонение, мм	-
Ширина вершины	0.671	Плоскостность, мм	-
		Биение относительно базового цилиндра, мм	-

Показатели точности по чертежу		Допуск, мм	Фактич., мм	Ошибка, мм	% от доп.
Средний шаг винта	step		3.999		
Отклонение шага винта (max/min)		0.012 / -0.012	-0.001 / -0.001	0.000 / 0.000	0 / -6
Средний радиус канавки	rcir		1.550		
Отклонение радиуса канавки (max/min)		0.050 / 0.000	0.001 / -0.001	0.000 / -0.001	0 / -100
Средний радиус верхней части канавки	rcir		1.550		
Отклонение радиуса верхней части канавки (max/min)		0.050 / 0.000	0.001 / -0.001	0.000 / -0.001	0 / -100
Средний радиус нижней части канавки	rcir		1.550		
Отклонение радиуса нижней части канавки (max/min)		0.050 / 0.000	0.001 / -0.001	0.000 / -0.001	0 / -100
Средний угол подъема витка	beta		7.313		
Отклонение угла подъема витка (max/min)		0.010 / -0.010	-0.001 / -0.001	0.000 / 0.000	0 / -10
Средний внутренний диаметр	dmin		13.060		
Отклонение внутреннего диаметра (max/min)		0.062 / 0.000	0.047 / 0.036	0.000 / 0.000	51 / 0
Средний наружный диаметр	dmax		11.038		
Отклонение наружного диаметра (max/min)		0.160 / 0.000	0.039 / 0.038	0.000 / 0.000	0 / -53
Неравномерность профиля канавки по радиусу	ncir		0.002	0.000	6
Радиальное биение внутреннего диаметра канавки	runout		0.006	0.000	11
Радиальное биение наружного диаметра канавки	runin		0.001	0.000	2
Средний радиус верхнего скругления	rfill		0.027		
Отклонение радиуса верхнего скругления (max/min)		0.100 / -0.100	-0.266 / -0.280	0.000 / -0.180	0 / -100
Средний радиус нижнего скругления	rfill		0.247		
Отклонение радиуса нижнего скругления (max/min)		0.100 / -0.100	-0.026 / -0.079	0.000 / 0.000	0 / -79
Средняя ширина вершины	width		0.791		
Отклонение ширины вершины (max/min)		0.100 / -0.100	0.133 / 0.108	0.033 / 0.000	100 / 0



Оператор: _____



Оператор: _____ (Подпись)

Рис. 3.13.4-1 Пример отчета по результатам измерений гайки ШВП

3.14 Контроль винта ведущего/ведомого

Измерения винтов производятся по готовой CAD-модели. Контролируются шаги и отклонения от номинального профиля, заданного в CAD-модели.

CAD-модель должна быть предоставлена в файле формата STEP или IGES.

В настоящей версии GearInspector реализован контроль винтов ведущих, ведомых верхних и нижних для трехвинтовых насосов.

Измерения производятся с помощью поворотной щуповой головки PH10M фирмы Renishaw.

Измерения допустимы в вертикальном либо горизонтальном положении. Винт ведущий ввиду его большой длины рекомендуется измерять горизонтально.

Для измерений в зависимости от положения и заданных для измерения может использоваться

Требования к CAD-модели винта. CAD-модель колеса должна быть подготовлена в формате STEP или IGES. Ось X системы координат детали должна быть направлена вдоль оси винта. Начало системы координат должно лежать на оси винта. Направления осей Y и Z, а также положение начала на оси винта могут быть произвольными. Нормали к измеряемым поверхностям должны быть внешними.

Если CAD-модель не удовлетворяет вышеуказанным требованиям, необходимо выполнить в программе преобразование CAD-модели и обращение нормалей к поверхностям так, как описано ниже.

3.14.1 Создание винта ведущего/ведомого

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Винт ведущий/ведомый» вид окна выбора типа детали примет следующий вид.

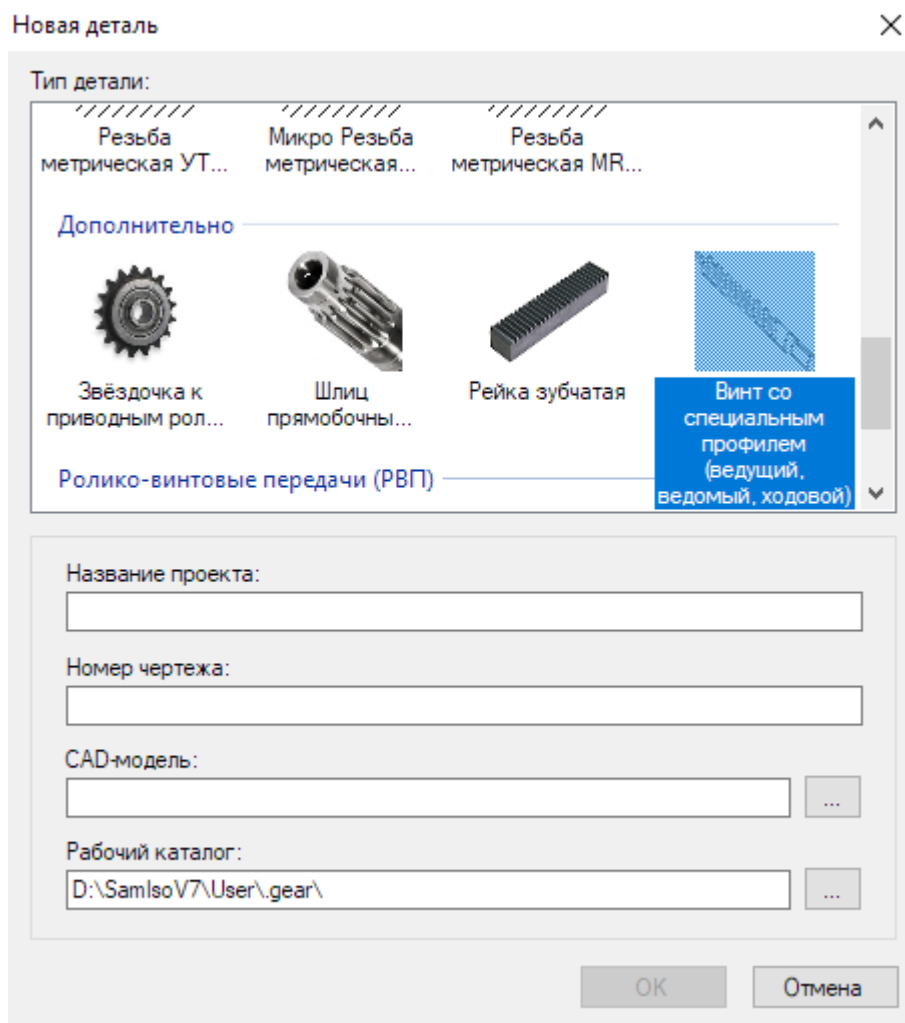


Рис. 3.14.1-1 Окно выбора типа детали в случае выбора типа «Винт ведущий/ведомый»

По сравнению с окном, описанным в п. [2.1.1](#), здесь появляется кнопка для выбора файла с CAD-моделью. Нужно нажать эту кнопку, откроется стандартное окно диалога выбора файла, в котором следует выбрать формат файла: STEP или IGES, после чего найти и выбрать нужный файл.

Преобразование СКД

После ввода значений, выбора файла с CAD-моделью и нажатия кнопки «ОК» на экране появится окно преобразования конструкторской системы координат детали (СКД).

Операция преобразования СКД не является обязательной, если система координат CAD-модели соответствует требованиям – см. п. [3.14](#). В этом случае нужно сразу нажать кнопку «Отменить» и подтвердить сохранение конструкторской СКД.

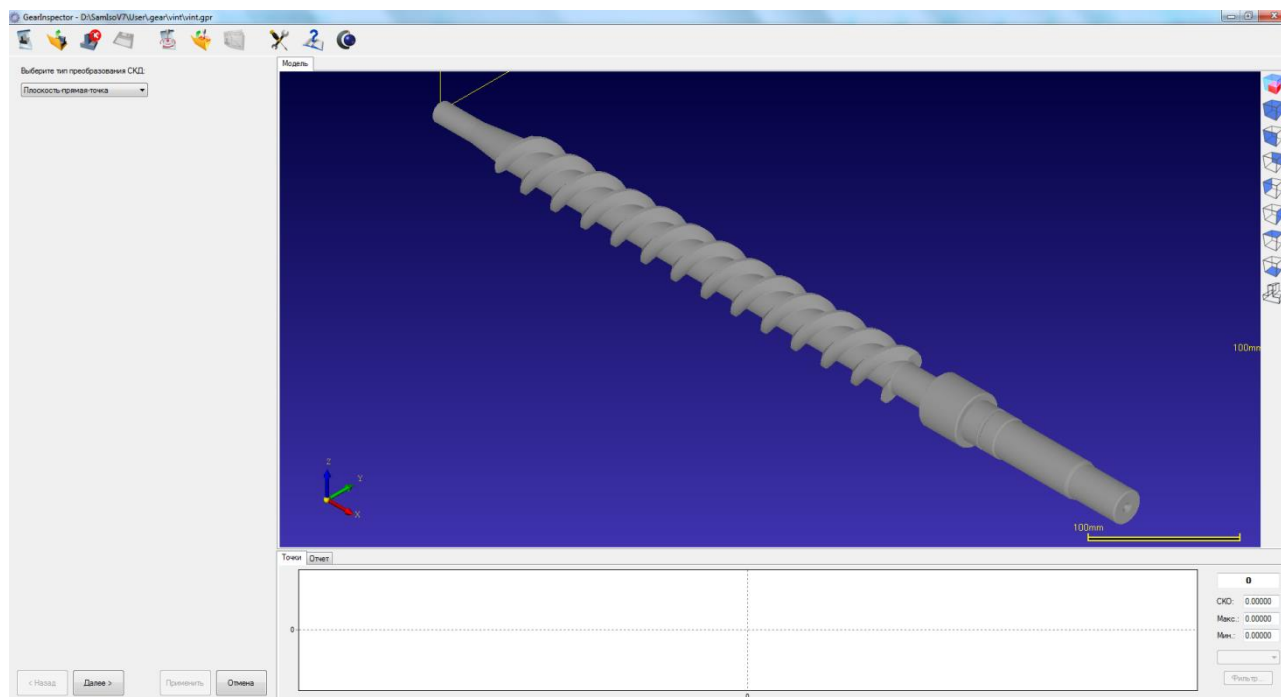


Рис. 3.14.1-2 Окно преобразования СКД

Сначала нужно выбрать наиболее подходящий тип преобразования СКД из списка:

- Плоскость—прямая—точка
- Плоскость—окружность—окружность
- Плоскость—прямая—прямая
- Плоскость—плоскость—плоскость
- Плоскость—прямая—окружность
- Плоскость—окружность
- По произвольным элементам
- Явное задание сдвига и поворота

В первых 6-ти типах первый элемент определяет первую (главную) ось СКД и начало по ней, второй – вторую ось и начало по ней, третий – начало по оставшейся координате. Тип «Плоскость—окружность» не предполагает выбора второй оси СКД.

Элемент «Окружность» понимается как сечение цилиндра, конуса.

Элемент «Прямая» понимается как пересечение плоскости с плоскостью, задающей первую ось СКД.

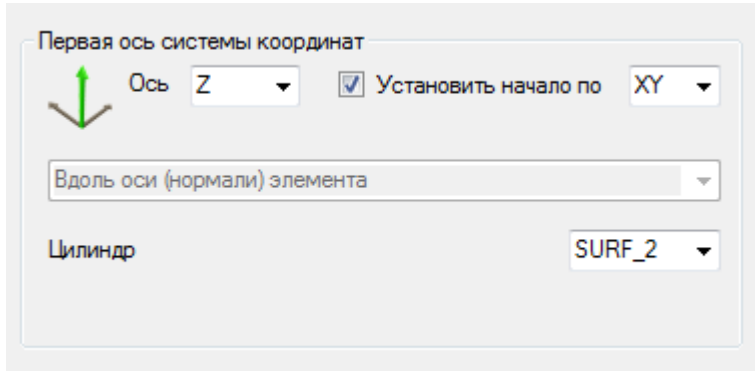
Элемент «Точка» понимается как точка на плоскости, перпендикулярной плоскостям, задающим оси СКД.

Для винтов чаще всего наиболее подходящим вариантом является «Плоскость—окружность». В этом варианте рекомендуется выбрать левую торцевую плоскость винта и один из базовых цилиндров (для ведущего) или наружный цилиндр (для ведомого).

Если этот тип не подходит, выберите тип «По произвольным элементам». Если опять нет подходящих элементов, выберите тип «Явное задание сдвига и поворота».

Выберите тип преобразования СКД и нажмите кнопку «Далее». На экране последовательно появятся запросы об элементах, задающих первую ось и начало, вторую ось и начало, оставшиеся координаты начала, а в самом конце параметры явного задания сдвига и поворота СКД.

Например, если был выбран тип «По произвольным элементам», на экране появится окно задания первой оси СКД.

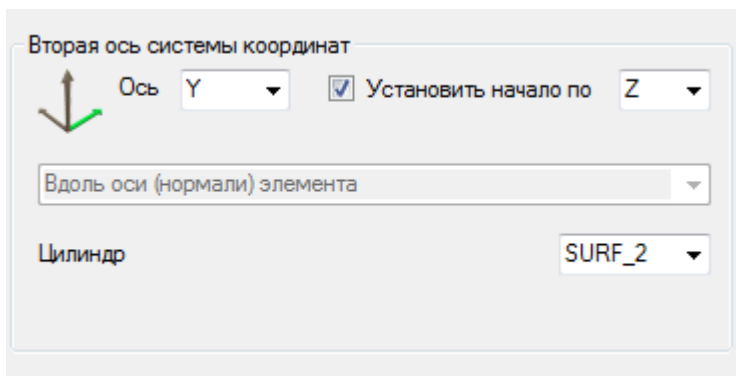


Выберите элемент, определяющий первую ось. Это можно сделать двумя способами: выбрать его метку из выпадающего списка, при этом в окне визуализации модели выбранный элемент окрасится в зеленый цвет; либо выделить элемент (щелкнуть левой кнопкой «мыши» по нему) в окне визуализации модели, его тип и метка отобразятся в окне задания первой оси СКД.

Выберите нужную ось. Если необходимо, включите галочку «Установить начало» и выберите нужные координаты. Нажмите «Далее».

Система координат детали в окне визуализации преобразуется таким образом, чтобы заданная первая ось совпала с направлением оси (нормали к плоскости) выбранного элемента, а начало по заданным координатам сместилось на ось элемента (или на плоскость).

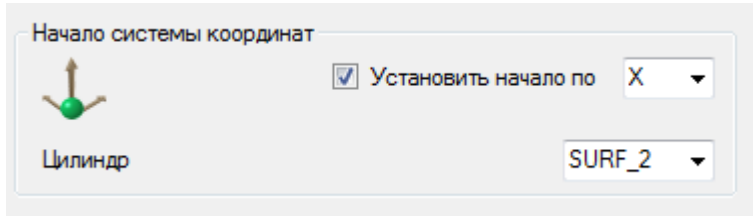
Затем на экране появится окно задания второй оси СКД.



Аналогичным образом выберите элемент, ось, начало и нажмите «Далее». Для некоторых других типов преобразования СКД вторую ось задается таким образом, чтобы она проходила через характерные точки двух элементов, например, из центра одной окружности в центр другой. Выбор сразу двух элементов в окне визуализации осуществляется выделением левой кнопкой «мыши» элементов при одновременном нажатии клавиши *Shift*.

Система координат детали в окне визуализации преобразуется таким образом, чтобы заданная вторая ось совпала с направлением оси (нормали к плоскости) выбранного элемента, а начало по заданным координатам сместилось на ось элемента (или на плоскость). Первая ось и уже заданные координаты начала при этом не изменятся.

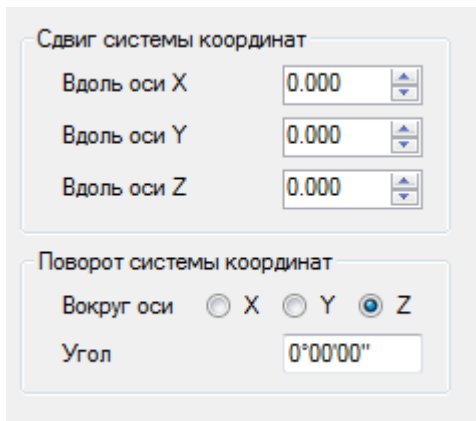
Затем на экране появится окно задания начала СКД.



Аналогичным образом выберите элемент, координаты начала и нажмите «Далее».

Система координат детали в окне визуализации преобразуется таким образом, чтобы начало по заданным координатам сместилось на ось элемента (или на плоскость). Первая, вторая оси и уже заданные координаты начала при этом не изменятся.

Затем на экране появится окно задания явного сдвига и поворота СКД. Это же окно появится сразу, если в начале выбрать соответствующий тип преобразования СКД.



Если необходимо, задайте координаты смещения начала СКД и углы поворота вокруг оси X, Y или Z.

После чего нажмите кнопку «Применить».

Система координат преобразуется заданным образом.

Операцию «Явное задание сдвига и поворота» можно выполнять многократно.

Если полученная система координат удовлетворяет требованиям – см. п. [3.14](#), нажмите кнопку «Завершить» и подтвердите завершение преобразования.

При ошибочном выборе элементов и неверном построении СКД на каждом этапе преобразования можно нажать кнопку «Назад» и вернуть СКД, полученную на предыдущем этапе.

Если же вовсе нет необходимости преобразования СКД, то нужно нажать кнопку «Отмена» и подтвердить отмену преобразования и сохранение конструкторской СКД.

Задание параметров детали

После завершения преобразования СКД на экране появится окно задания параметров детали.

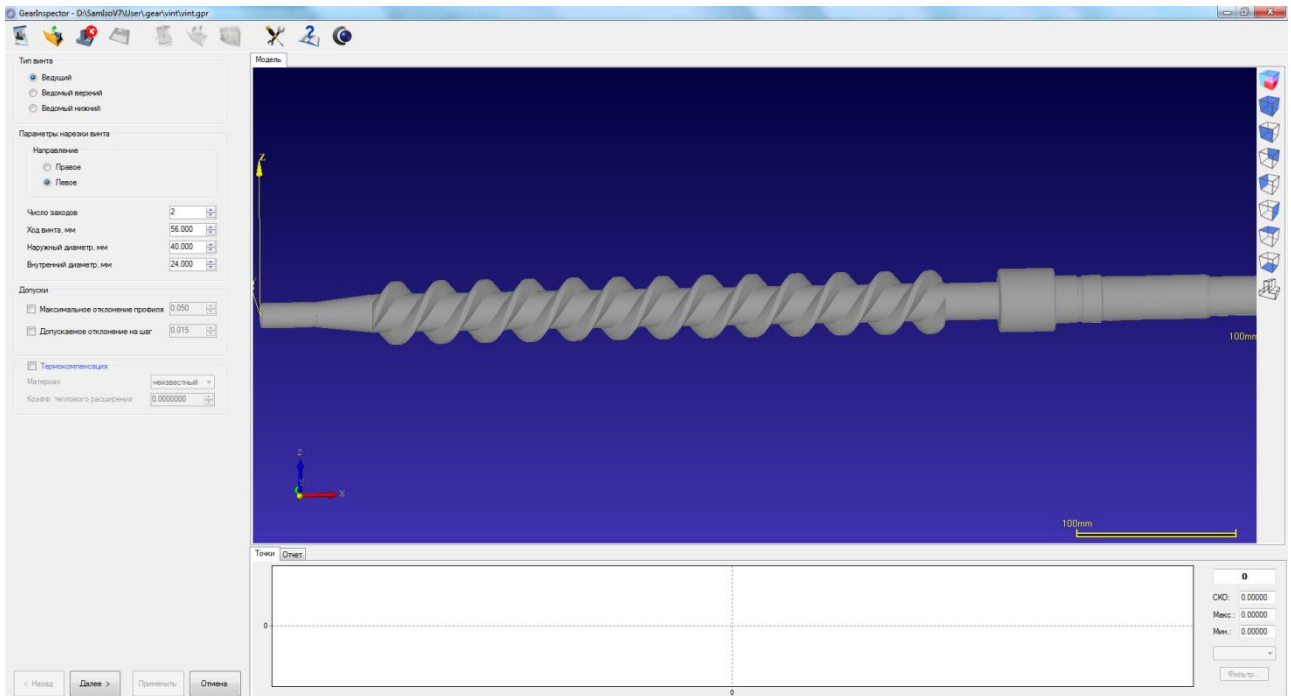


Рис. 3.14.1-3 Окно задания параметров винта

В окне задания параметров винта отображены следующие чертежные данные:

- **Тип винта:**
 - Ведущий
 - Ведомый верхний
 - Ведомый нижний
- **Параметры нарезки винта:**
 - **Направление**
 - Правое
 - Левое
 - Число заходов
 - Ход винта
 - Наружный диаметр
 - Внутренний диаметр
- **Допуски:**
 - **Максимальное отклонение профиля**

- **Допускаемое отклонение на шаг**
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры винта и нажмите кнопку «Далее». На экране появится окно задания параметров базирования. Вид окна зависит от типа винта.

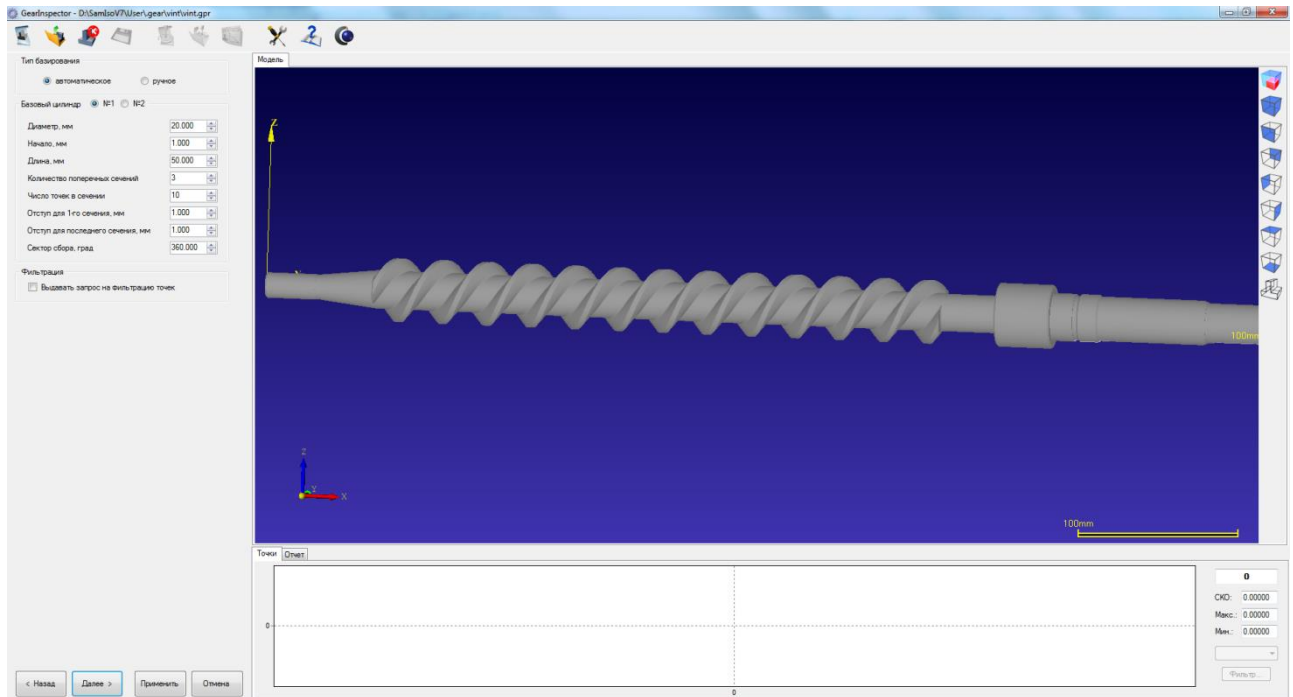


Рис. 3.14.1-4 Окно задания параметров базирования ведущего винта

Окно задания параметров базирования используется для задания параметров процедуры автоматического базирования детали. Если автоматическое базирование не планируется, следует выбрать вариант «Ручное». В этом случае перед запуском измерительной программы необходимо установить систему координат детали вручную при помощи системы Samiso.

Если автоматическое базирование будет производить измерительная программа (рекомендуется), то необходимо скорректировать параметры базовых поверхностей.

Задание параметров базирования ведущего винта

В окне задания параметров базирования ведущего винта отображены следующие параметры для одного из двух базовых цилиндров с номером, который устанавливается соответствующими переключателями:

- **Диаметр**
- **Начало** – X-координата начала цилиндра в СКД. Если начало СКД находится на левой торцевой плоскости винта, то это просто расстояние от этого торца до начала цилиндра.

- **Длина**
- **Количество поперечных сечений** – цилиндр измеряется в сечениях, перпендикулярных его оси.
- **Число точек в сечении**
- **Отступ для 1-го сечения** – отступ от левого края цилиндра.
- **Отступ для последнего сечения** – отступ от правого края цилиндра. Сечения будут равномерно распределены между первым и последним.
- **Сектор сбора** (в градусах) – определяет, какая часть цилиндра будет измерена.
- **Фильтрация** – определяет, будет ли после измерения каждого базового цилиндра выдаваться запрос о фильтрации измеренных точек.

В качестве дополнительной полезной опции в программе реализован выбор базовых цилиндров на CAD-модели (только в открытой вкладке «*Базирование*»).

Для задания базового цилиндра нужно выделить требуемую поверхность в окне визуализации CAD-модели (с помощью наведения курсора мыши на поверхность и нажатия левой кнопки мыши), после чего нажать правую кнопку мыши и выбрать в появившемся контекстном меню пункт «*Задать поверхность как базовую*». При этом выделенная поверхность окрасится в темно-зеленый цвет. Если программа распознает в выделенной поверхности цилиндр, то его диаметр, начало и длина будут рассчитаны автоматически и их значения будут помещены в соответствующие поля ввода окна параметров базирования. Если поверхность выбрана ошибочно, можно отменить ее задание, для чего опять выделить эту поверхность, активировать контекстное меню и выбрать из него соответствующий пункт.

Задание параметров базирования ведомого винта

В окне задания параметров базирования ведомого винта отображены следующие параметры для наружного цилиндра, который будет использован в качестве базового:

- **Диаметр**
- **Количество продольных сечений** – цилиндр измеряется в сечениях, параллельных его оси.
- **Число вершин витков в сечении** – точки будут собраны с вершин витков.
- **Число точек с вершины витка**
- **Отступ для крайних точек** – отступ для первой и последней точек от краев вершины витка. Можно и нужно задавать только в том случае, когда заданное число точек с вершины больше одной. Точки будут равномерно распределены по вершине между первой и последней. Если задана одна точка с вершины, то она будет измерена в центре вершины витка.

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «*Далее*». На экране появится окно задания параметров КИМ, полностью аналогичное окну для цилиндрического эвольвентного колеса (см. п. [3.1.1](#)).

Задание параметров измерения детали

После задания параметров КИМ и нажатия кнопки «*Далее*» на экране появится окно задания параметров измерения винта.

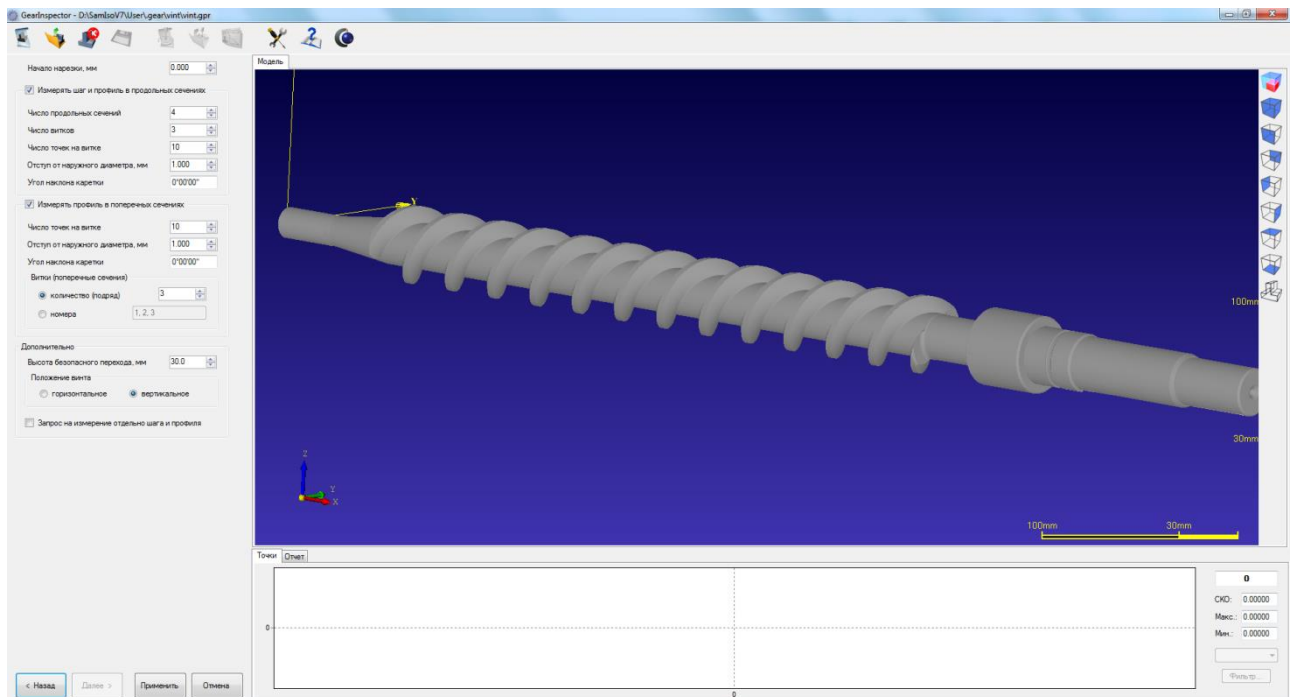


Рис. 3.14.1-5 Окно задания параметров измерения винта

В окне задания параметров измерения винта отображены следующие параметры.

- **Начало нарезки** – X-координата в СКД начала нарезки винта. Если начало СКД находится на левой торцевой плоскости винта, то это просто расстояние от этого торца до начала нарезки. Начало нарезки определяет 1-й измеряемый виток.
- **Измерять шаг и профиль в продольных сечениях** – если включить эту галочку, программа будет измерять винт в продольных сечениях и рассчитает затем по измеренным точкам шаги и отклонения профиля. В этом случае требуется задать следующие параметры:
 - **Число продольных сечений**
 - **Число витков**
 - **Число точек на витке**
 - **Отступ от наружного диаметра** – задает расстояние от наружного цилиндра до первой и последней точки витка.
 - **Угол наклона каретки (в градусах)** – используется при измерении винта в горизонтальном положении в несканирующем режиме.
- **Измерять шаг и профиль в поперечных сечениях** – если включить эту галочку, программа будет измерять винт в поперечных сечениях и рассчитает затем по измеренным точкам отклонения профиля. В этом случае требуется задать следующие параметры:
 - **Число точек на витке**
 - **Отступ от наружного диаметра** – задает расстояние от наружного цилиндра до первой и последней точки витка.
 - **Угол наклона каретки (в градусах)** – используется при измерении винта в горизонтальном положении в несканирующем режиме.

- **Витки (поперечные сечения)** – задаются количество или номера поперечных сечений. Каждое сечение будет содержать по одному витку с каждого захода винта.
 - **Количество (подряд)** – будет измерено заданное число витков, начиная с 1-го.
 - **Номера** – будут измерены витки с заданными номерами.
- **Дополнительно** – если включить эту галочку, программа будет измерять винт в поперечных сечениях и рассчитает затем по измеренным точкам отклонения профиля. В этом случае требуется задать следующие параметры:
 - **Высота безопасного перехода** – высота, на которой происходят все перемещения над винтом в процессе перехода от одного сечения или витка к другому. Используется также при базировании при переходе от одного цилиндра к другому и между сечениями цилиндра. Устанавливается заведомо больше чем диаметр поворотной щуповой головки.
 - **Положение винта**
 - **Горизонтальное** – рекомендуется для ведущего винта.
 - **Вертикальное** – рекомендуется для ведомого винта.
 - **Запрос на измерение отдельно шага и профиля** – при установке данной галочки выбор этапа измерения во время работы измерительной DMIS-программы будет предоставлен оператору. В противном случае измерения после базирования будут происходить полностью в автоматическом режиме в соответствии с заданием.

Задание поверхностей для измерения

Далее необходимо задать поверхности винта для измерения. Если на данном этапе не задать ни одну поверхность, то это можно сделать позже, активировав вкладку «Измерение».

Для задания измеряемой поверхности нужно выделить поверхность винта в окне визуализации и нажать правую кнопку «мыши». В появившемся контекстном меню выбрать пункт «Задать поверхность как измеряемую». При этом выделенная поверхность окрасится в фиолетовый-розовый цвет.

При ошибочном выборе поверхности ее можно отменить как измеряемую, для чего выделить ее опять, нажать правую кнопку «мыши» и в контекстном меню выбрать соответствующий пункт.

Если какие-то поверхности CAD-модели мешают выбору (закрывают нужные), причем они не нужны для базирования и измерения, то их можно удалить, выбрав в том же контекстном меню соответствующий пункт.

Генерация точек для измерения

После задания всех необходимых для измерения поверхностей винта нажмите кнопку «Применить», после чего кнопку «Новое измерение» на системной панели.

На экране появится окно для ввода параметров нового измерения аналогичное окну для цилиндрического эвольвентного колеса (см. п. [3.1.1](#)).

После задания параметров нового измерения и непродолжительного расчета в окне визуализации CAD-модели появятся изображения точек для измерения шага и профиля (если задано) с 1-го витка.

При этом появятся изображения нормалей к измеряемым поверхностям, как показано на следующем рисунке.

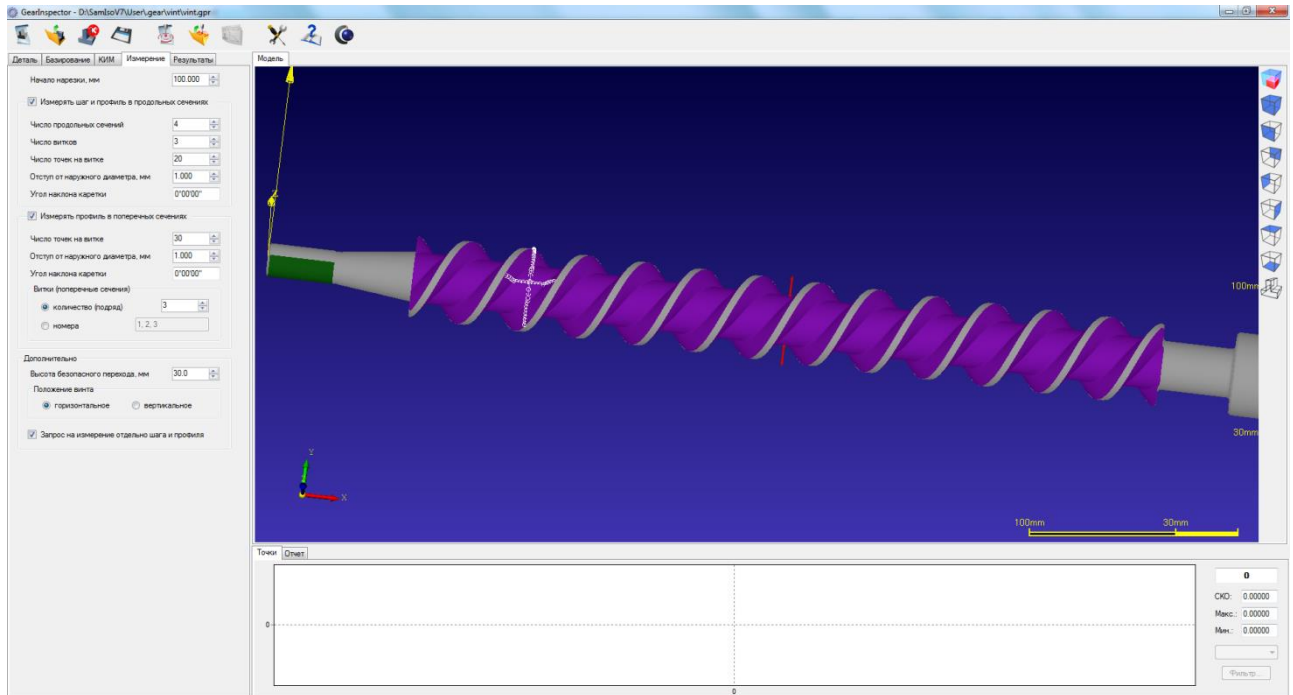


Рис. 3.14.1-6 Окно параметров измерения винта с изображениями измеряемых точек и нормалей к измеряемым поверхностям

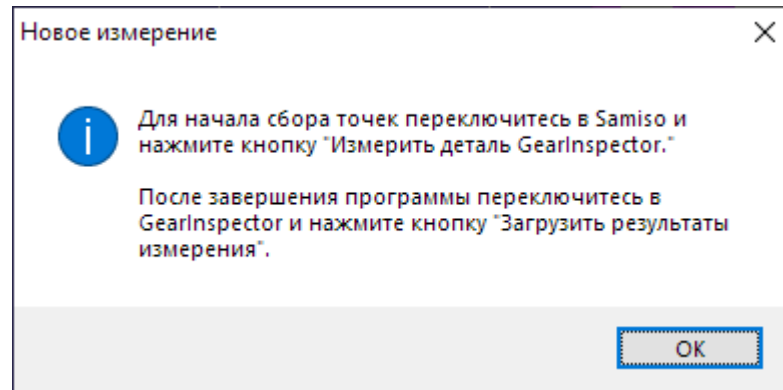
В случае, если сгенерированные точки не оказались на 1-м витке, или программа во время расчета выдала на экран сообщение об ошибке, то необходимо изменить параметр измерения «Начало нарезки» (как правило, в сторону увеличения) и еще раз сгенерировать точки, нажав кнопку «Новое измерение».

В случае, если направления нормалей не являются внешними (т.е. направлены внутрь детали), необходимо их обратить.

Для этого нужно выделить измеряемую поверхность с неправильным направлением нормали, нажать правую кнопку «мыши» и в появившемся контекстном меню выбрать пункт «Изменить ориентацию поверхности». Направление нормали изменится на противоположное.

После обращения нормалей нужно еще раз нажать кнопку «Новое измерение» для пересчета точек для измерения.

Произойдет подготовка данных для измерительной программы, затем на экране появится окно:



Затем запустите измерительную программу (см. п. [3.14.2](#) настоящего руководства).

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «OK» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.14.2 Измерение винта ведущего/ведомого

ВНИМАНИЕ! Все параметры винта, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

После запуска DMIS-программы через несколько секунд в окно визуализации системы «Samiso» будет загружена копия CAD-модели винта.

Выбор щупа

Предварительно необходимо подобрать щуп для измерения, создать его в редакторе щупов и откалибровать.

Конфигурация щупа и угловые положения поворотной головки зависят от расположения винта и числа измеряемых сечений.

Для горизонтального расположения винта может использоваться прямой щуп или Г-образный. Для вертикального – только Г-образный.

Прямой щуп должен быть откалиброван либо только в вертикальном положении ($A=0, B=0$), либо еще в 2-х угловых положениях: ($A=90, B=90$) и ($A=90, B=-90$).

Г-образный щуп всегда калибруется в 4-х угловых положениях: ($A=0, B=0$), ($A=0, B=90$), ($A=0, B=180$), ($A=0, B=-90$).

Вертикальным щупом можно измерить только единственное заданное продольное сечения для измерения шага. При этом возможно базирование по цилиндрам по сектору не более 180 градусов и в 3-х сечениях.

Г-образным щупом в горизонтальном положении винта можно измерить не более 3-х продольных сечений для измерения шага. При этом необходимо задать подходящее значение угла наклона каретки в параметрах измерения шага.

Измерение Г-образным щупом в горизонтальном положении винта в сканирующем режиме не допускается.

Измерение винта в вертикальном положении возможно только Г-образным щупом.

Установка детали в рабочей области КИМ

Винт устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Положение винта (горизонтальное или вертикальное) должно соответствовать заданному в параметрах измерения.

В случае горизонтального расположения винта его ось должна быть направлена примерно вдоль оси X СКМ, а в случае вертикального – вдоль оси Z.

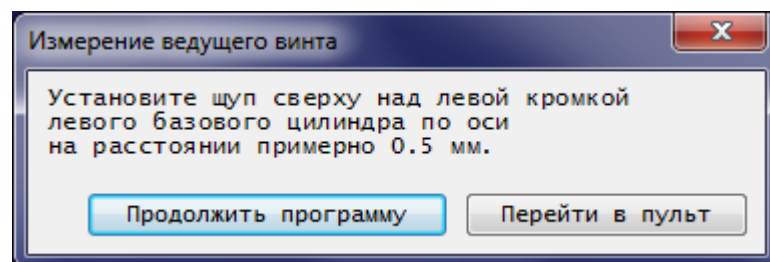
Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат, в точности совпадающая с СКД, в которой была построена (и преобразована) CAD-модель детали.

Ось X совпадает с осью винта. Плоскость YZ как правило совпадает с плоскостью левого торца в случае горизонтального расположения винта или нижнего торца в случае вертикального.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы, если в GearInspector был установлен флаг «Автоматическое». DMIS-программа попросит пользователя установить щуп в исходную точку.



Установите щуп, как требует программа и как показано на следующих рисунках.

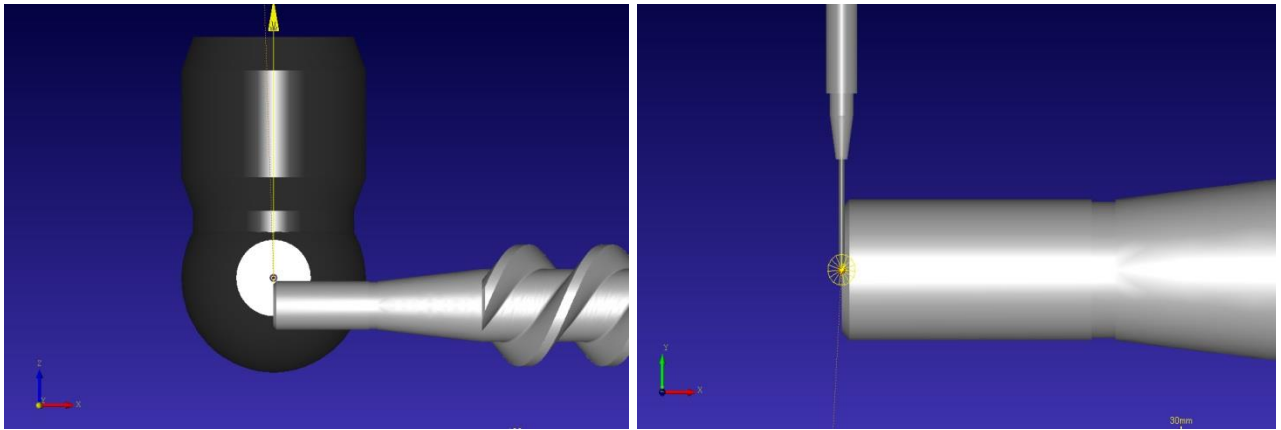


Рис. 3.14.2-1 Виды спереди и сверху начального расположения прямого щупа относительно винта при измерении в горизонтальном положении

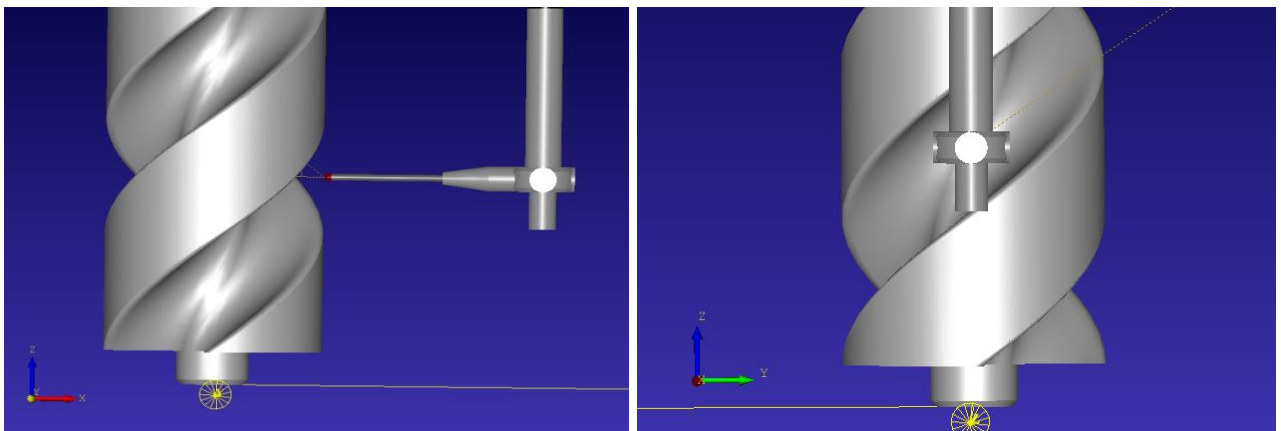


Рис. 3.14.2-2 Виды спереди и справа начального расположения Г-образного щупа относительно винта при измерении в вертикальном положении

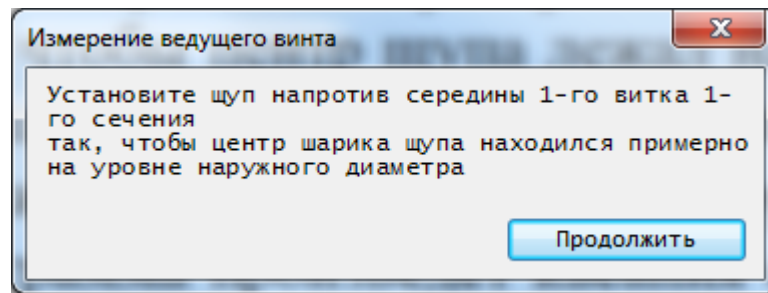
Процесс базирования по базовым цилиндрам проходит в несколько этапов:

- «Грубая» базировка по 1-м (или единственному) цилиндру – собирается несколько точек с цилиндра для приблизительного определения его (оси) местоположения в пространстве

Замечание. «Грубая» базировка проходит с увеличенными отходами (задаются в Параметрах измерения)

- Точная базировка по двум (или одному) цилиндрам – измеряются базовые цилиндры в заданных сечениях. Каждое сечение сбора в случае ведущего винта – это окружность заданного сектора, на которой равномерно собирается заданное число точек в сечении. Каждое сечение сбора в случае ведомого винта – это расположенные на параллельной оси винта прямой точки с вершин заданного количества витков, причем на каждой вершине равномерно собирается заданное число точек.
- Базирование по азимуту – установка оси ОХ СКД.

При базировании по азимуту программа автоматически выведет щуп сверху (для горизонтального положения) или справа от детали (для вертикального) напротив середины впадины 1-го витка; после чего в случае вертикального положения произведет базирование автоматически, а в случае горизонтального положения попросит оператора уточнить положение щупа.



Щуп следует установить требуемым образом, как показано на следующем рисунке.

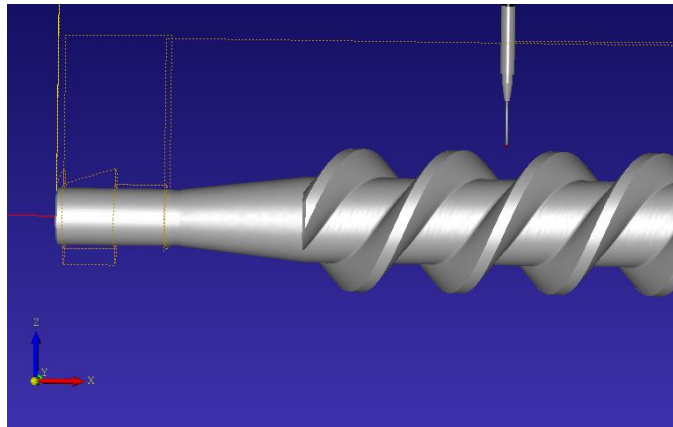


Рис. 3.14.2-3 Видь спереди начального расположения щупа относительно винта при базировании по азимуту в горизонтальном положении

После установки щупа и продолжения программы произойдет измерение одной точки со дна впадины 1-го витка и 2-х точек с его боковых сторон.

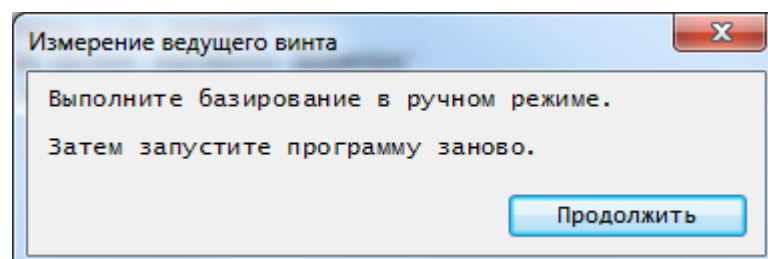
После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается окончательная СКД для измерения, и базировка считается завершенной.

Если по какой-либо причине базирование было прервано на этапе базирования по азимуту, то, перезапустив программу, оператору будет предложено продолжить базирование с прерванного этапа.

Базирование при помощи ручного режима системы Samiso

Базирование при помощи системы Samiso производится в случае, когда не выставлен флаг «Автоматическое».

Процедура ручной базировки также стартует сразу после запуска DMIS-программы. В окно визуализации Samiso загрузится CAD-модель лопатки, и на экране появится сообщение.

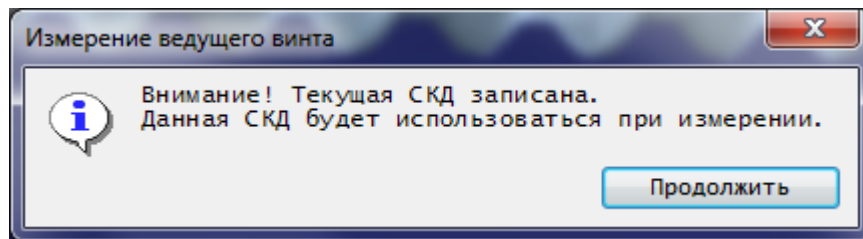


Для установки системы координат детали в ручном режиме следует, пользуясь стандартными функциями системы Samiso, измерить базовый цилиндр и базовую плоскость. После чего установить СКД следующим образом:

- 1) Первая ось (X) – вдоль направления измеренного элемента – базового цилиндра или двухцилиндрового вала, построенного по двум базовым цилиндрам
- 2) Начало по YZ – по цилиндру (валу)
- 3) Начало по X – по левой торцевой плоскости

После построения СКД необходимо нажать кнопку «Завершить базировку».

Затем следует запустить DMIS-программу и выбрать пункт «Продолжить» в появившемся на окне диалога.

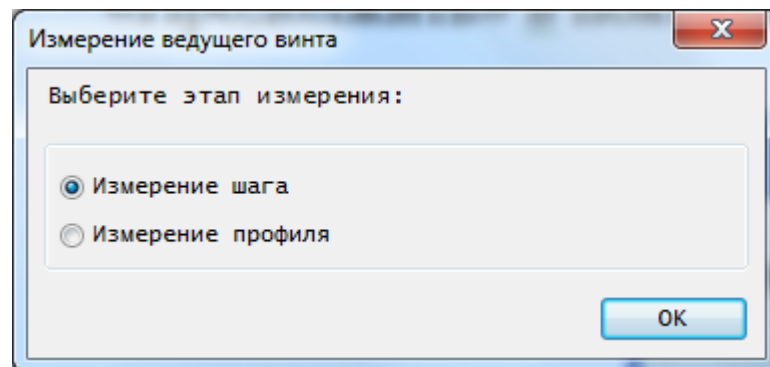


Процедура базирования затем переходит к этапу *Базирование по азимуту* как при автоматической базировке.

Измерение

DMIS-программа автоматически последовательно производит два вида измерений (если было задано в параметрах измерения):

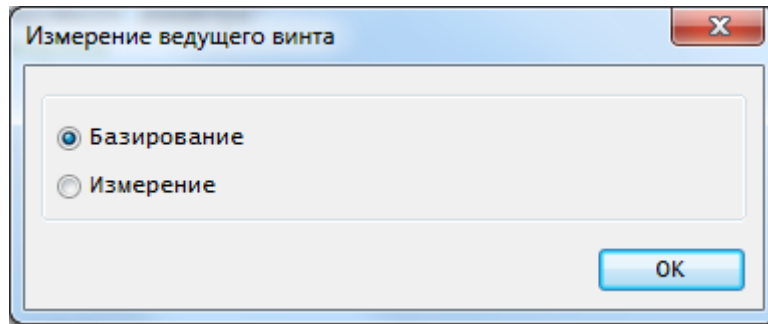
- 1) *Измерение шага* – сбор точек с профилей впадин витков в заданных продольных сечениях для последующего определения погрешностей шага.
- 2) *Измерение профиля* – сбор точек с профилей впадин витков в заданных поперечных сечениях для последующего определения погрешностей профиля.



Если в окне параметров измерения колеса был установлен признак «Запрос на измерение отдельно шага и профиля», то для *Измерения шага* и *Измерения профиля* программа выдаст отдельные запросы, т.е. в этом случае можно осуществить оба вида измерений последовательно, либо какой-либо один из них.

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того зуба, на котором прервалось измерение.

При отказе от продолжения будет предложено начать измерение заново (с новым или со старым базированием).



По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «OK».

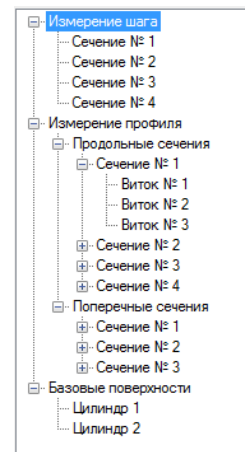
3.14.3 Просмотр результатов измерения винта ведущего/ведомого

Просмотр табличных и графических результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде дерева результатов, узлы которого соответствуют определенной группе параметров (см. рис. [3.14.3-1](#)).

Каждый узел дерева может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на узле будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.

Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и в дополнении, если это окно относится к графику – график (см. рис. [3.14.3-2](#)). Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек (см. рис. [3.14.3-3](#)).



*Рис. 3.14.3-1
Результаты
расчета*

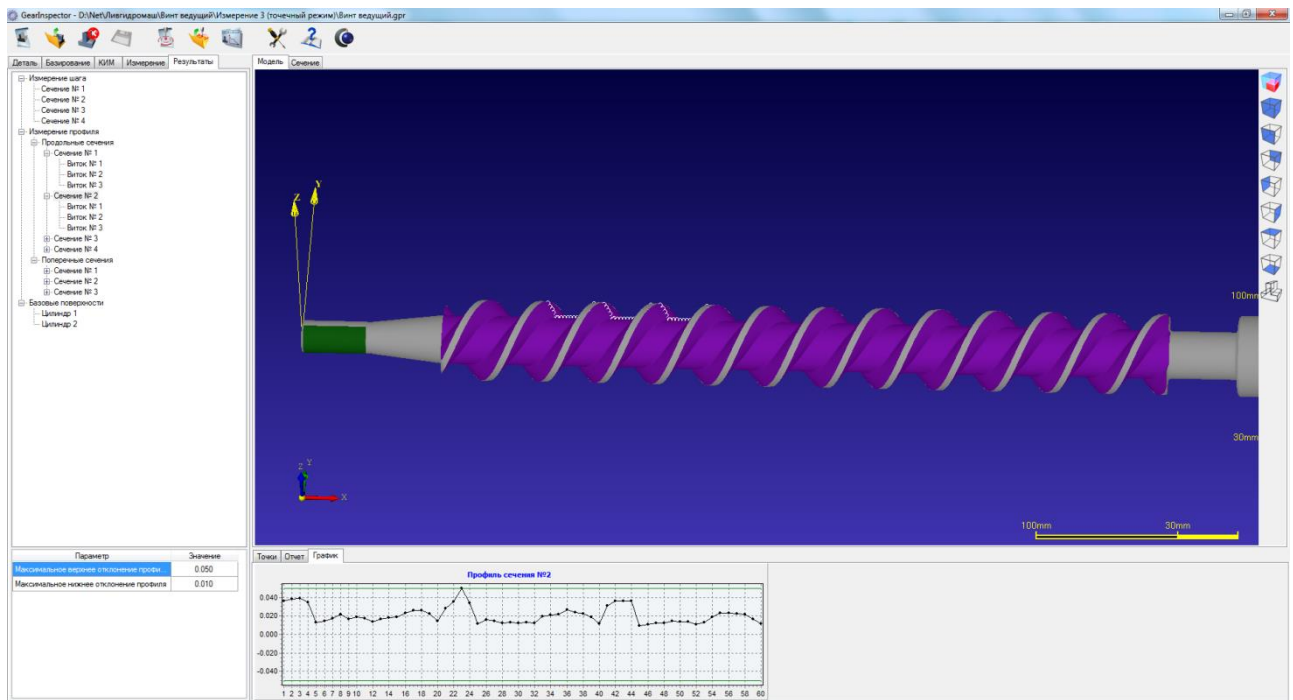


Рис. 3.14.3-2 Табличное и графическое отображение результатов

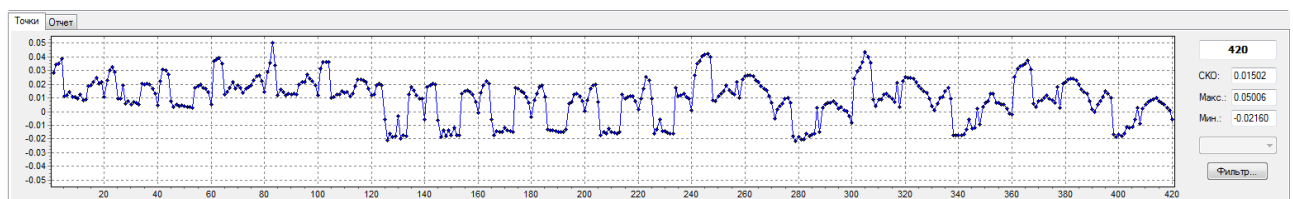


Рис. 3.14.3-3 Гистограмма отклонений всех измеренных точек

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию и удаление отдельных точек. Графики отклонений от профиля отдельных сечений и витков допускают удаление отдельных точек (см. п. [3.1.3](#)).

Отклонение шага и накопленные отклонения шага выводятся в виде графиков-гистограмм.

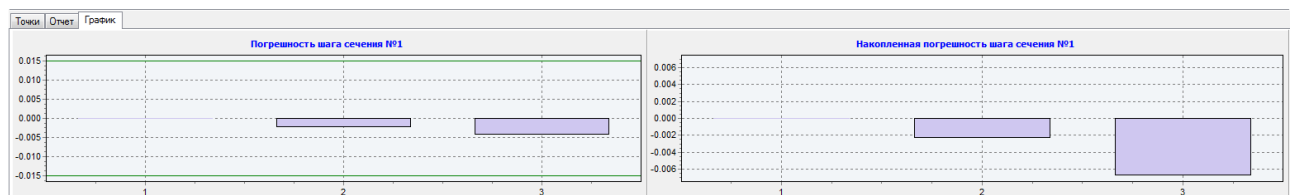


Рис. 3.14.3-4 Пример графика-гистограммы погрешности шага

Также имеется возможность просмотра фактических параметров базовых цилиндров (в случае автоматического базирования).

Параметр	Значение
Диаметр, мм	15.973
Среднеквадратичное отклонение, мм	0.000
Цилиндричность, мм	0.009

Рис. 3.14.3-5 Вывод фактических параметров для базового цилиндра

Просмотр результатов по отдельным сечениям (виткам)

При выделении в узле «Измерение профиля» дерева результатов целого сечения или отдельного витка наряду с гистограммой отклонений в правой части окна программы также появится вкладка «Сечение», в которой будет показано графическое отображение теоретического контура сечения (витка), цветовой и масштабной шкал и измеренных точек с использованием специальной цветовой схемы – см. рис. [3.14.3-6](#).

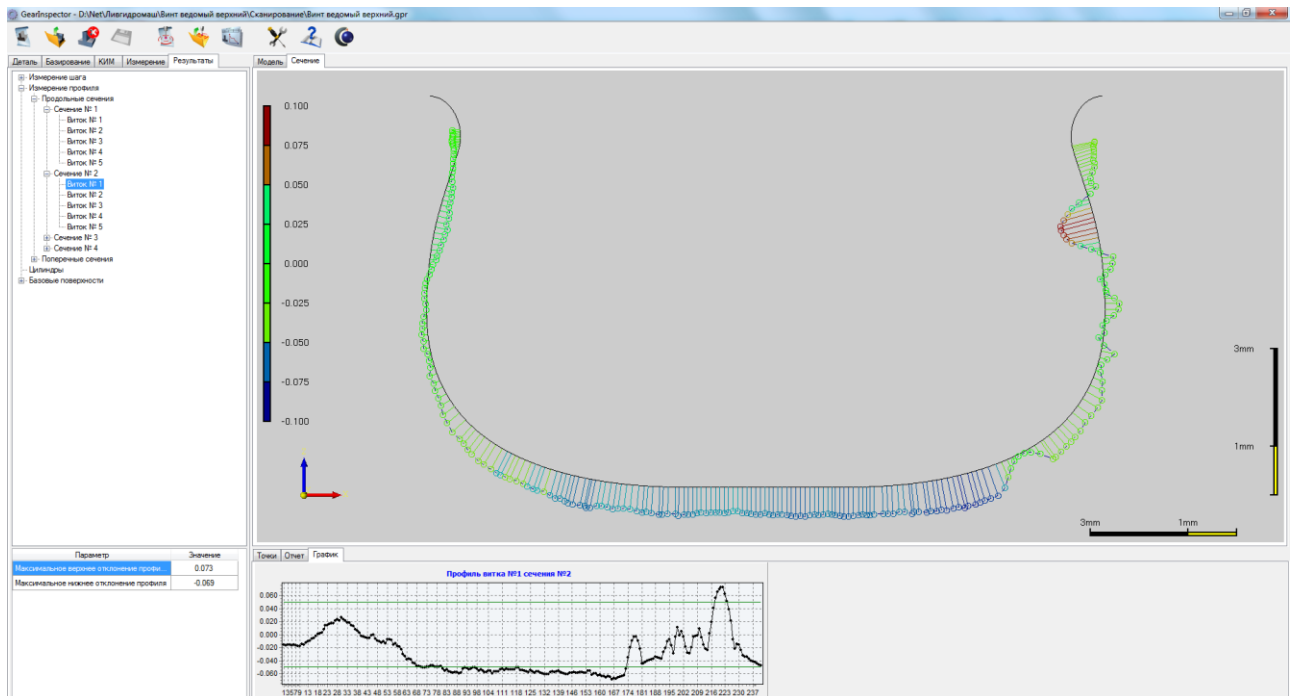


Рис. 3.14.3-6 Пример вкладки «Сечение»

Масштабированные отклонения показываются цветом в соответствии со следующей градацией, зависящей от заданного допуска - *Максимального отклонения профиля* в параметрах детали:

- отклонения, не превосходящие по модулю 25% от величины допуска, отображаются ярко-зеленым цветом;
- отклонения, находящиеся по модулю в пределах от 25% до 50% от величины допуска, отображаются светло-зеленым (для отклонений «в +») или голубым цветом (для отклонений «в —»);
- отклонения, находящиеся по модулю в пределах от 50% до 75% от величины допуска, отображаются желтым (для отклонений «в +») или темно-голубым цветом (для отклонений «в —»);
- отклонения, находящиеся по модулю в пределах от 75% до 100% от величины допуска, отображаются оранжевым (для отклонений «в +») или синим цветом (для отклонений «в —»);
- отклонения, превосходящие по модулю величину допуска, отображаются красным (для отклонений «в +») или фиолетовым цветом (для отклонений «в —»).

Вкладка «Сечение» допускает следующие операции.

- Увеличение масштаба отклонений (по нажатию клавиши «+»).
- Уменьшение масштаба отклонений (по нажатию клавиши «-»).
- Автомасштаб отклонений (по нажатию клавиши «*»).
- Выделение точек с синхронизацией выделенной точки с графиком и гистограммой отклонений, а также с точками в окне визуализации CAD-модели. Следующие операции доступны из контекстного меню после выделения точки и нажатия правой кнопки «мыши».
 - Создание выноски с порядковым номером выделенной точки в сечении (витке) и ее отклонением от теоретического профиля.
 - Удаление выноски для выделенной точки.
 - Автоматическое создание выносок для нескольких точек.
 - Удаление всех выносок.
 - Сохранение текущего вида в отчет.

Показать выноски
Скрыть выноски
Показать все выноски
Скрыть все выноски
Сохранить вид в отчет

Последние 3 операции доступны, даже если не выделена ни одна точка.

В отличие от точек выноски окрашиваются в 2 цвета: зеленый для точек с отклонениями в допуске и красный для точек с отклонениями вне допуска.

Пример созданных выносок показан на рис.3.14-3-7.

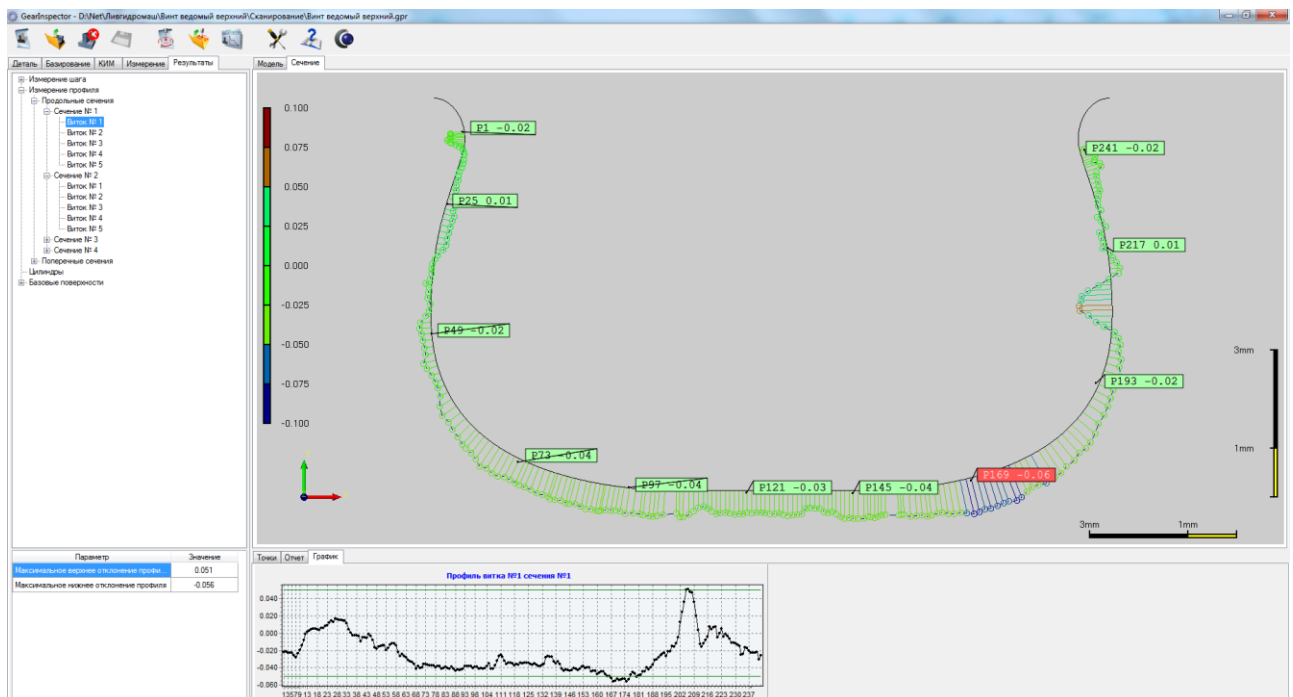


Рис. 3.14.3-7 Пример вкладки «Сечение» с созданными выносками

При выполнении операции «Сохранить вид в отчет» текущий вид вкладки «Сечение» сохраняется для последующего формирования отчета.

Просмотр и редактирование сохраненных в отчет видов

Информация о всех сохраненных видах попадает во вкладку «Отчет», расположенную внизу окна программы – см. рис. [3.14.3-8](#).

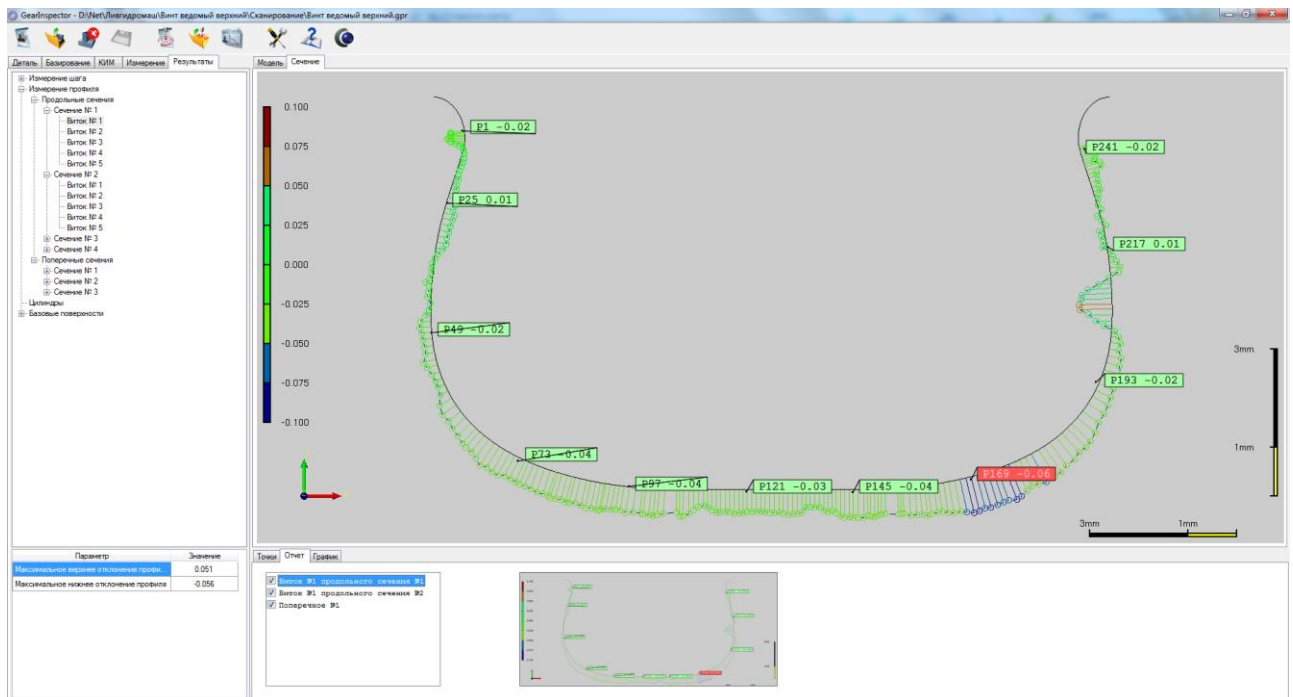


Рис. 3.14.3-8 Пример вкладки «Отчет» с сохраненными видами сечений

Вкладка «Отчет» допускает навигацию по сохраненным видам и удаление ненужных видов. Навигация осуществляется выделением вида – щелчком левой кнопки «мыши» по строке с информацией о виде. При этом справа появится окно предосмотра вида. Удаление выделенного вида осуществляется нажатием кнопки «Delete».

Просмотр точек и отклонений в окне визуализации CAD-модели

Выделение точек на гистограмме отклонений, в окне визуализации и в окне сечения синхронизировано: при выделении точки на гистограмме выделяется соответствующая точка в окне с изображением CAD-модели и в окне сечения, и наоборот.

Выделенная точка на гистограмме подсвечивается зеленым цветом, а в окнах визуализации и сечения увеличивается в размере и приобретает форму квадрата.

Для оценки качества изготовления поверхностей винта в программе имеется инструмент раскраски измеренных точек в соответствии с их отклонениями.

Для включения раскраски в окне визуализации при текущей вкладке «Результаты» нужно нажать правую кнопку мыши и в появившемся контекстном меню выбрать пункт «Градиентная раскраска».

В окне визуализации появится шкала цветовой градации отклонений в зависимости от их величины, и измеренные точки окрасятся в соответствующие цвета, как показано на рис. [3.14.3-9](#).

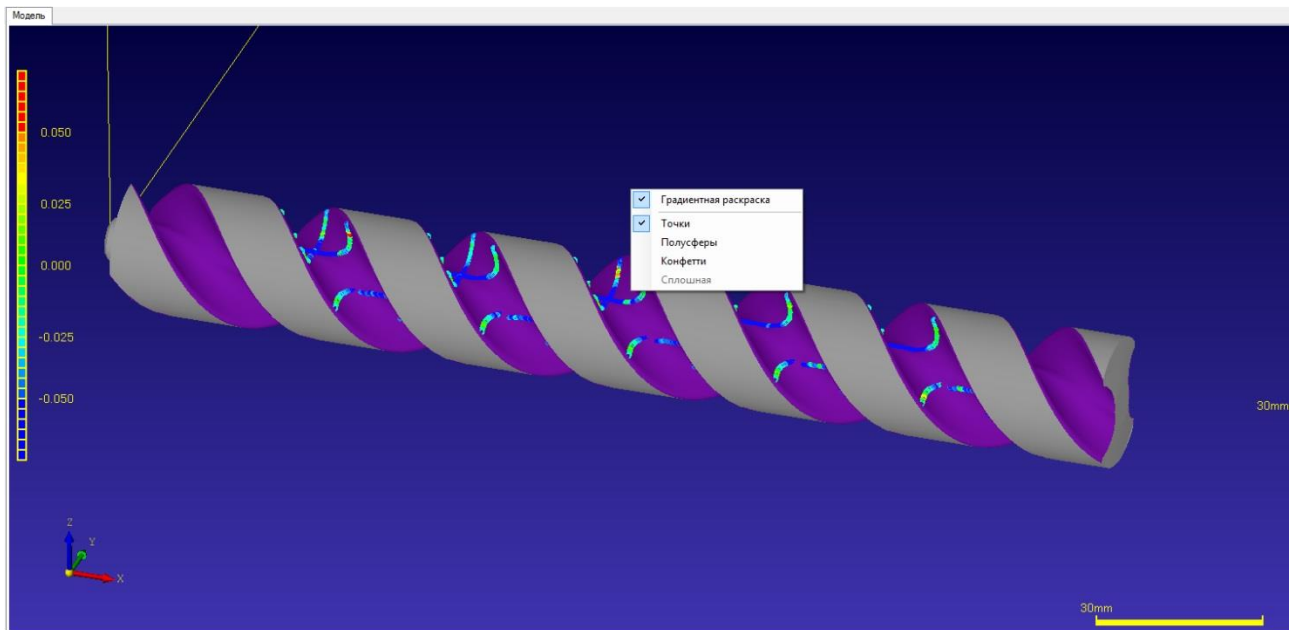


Рис. 3.14.3-9 Раскраска измеренных точек в окне вывода результатов расчета

Раскрашиваются только точки, собранные с элемента (или группы элементов), выделенных в дереве результатов.

Соответствие цвета точки и ее отклонения описано выше.

Также имеется возможность заменить точки полусферами или конфетти (тонкими цилиндрами), выбрав в контекстном меню соответствующий пункт «Полусферы» (или «Конфетти») – см. рис. [3.14.3-10](#). Размер полусфер (конфетти) примерно равен минимальному шагу, заданному в параметрах измерения участков выделенного элемента (или группы элементов).

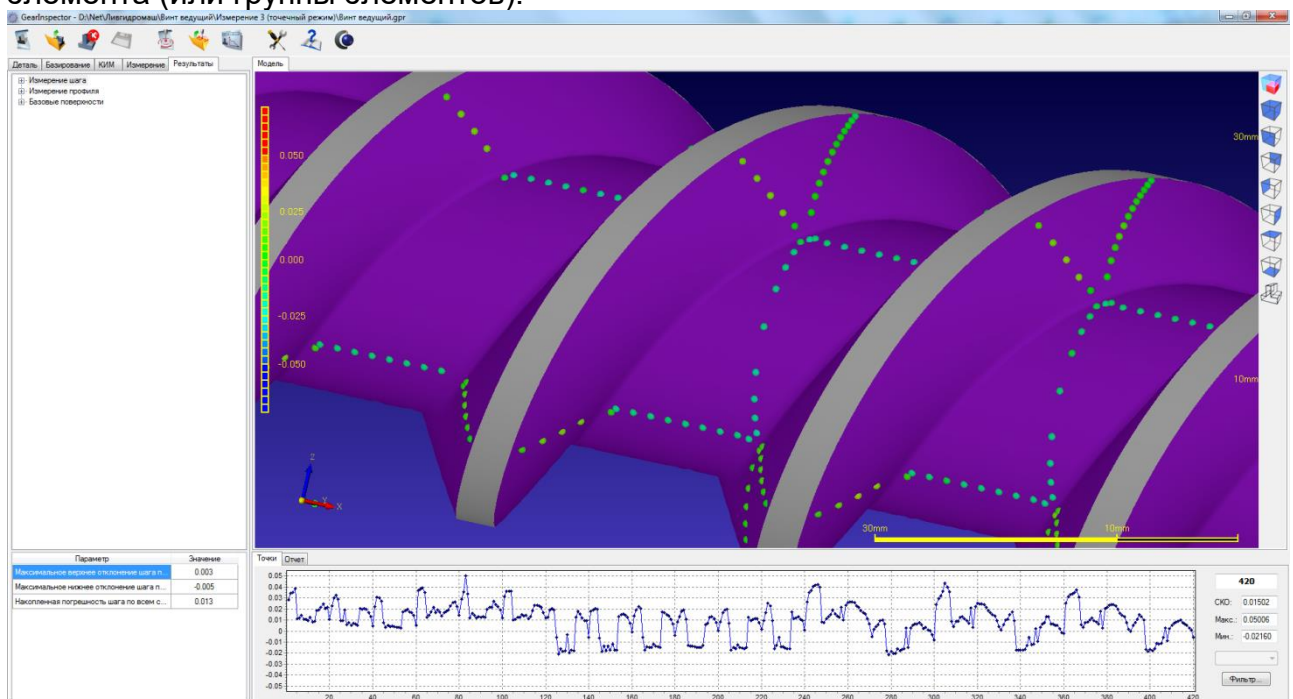
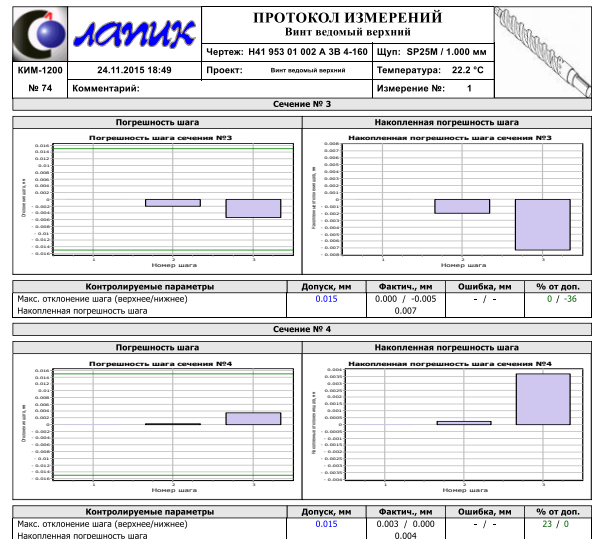
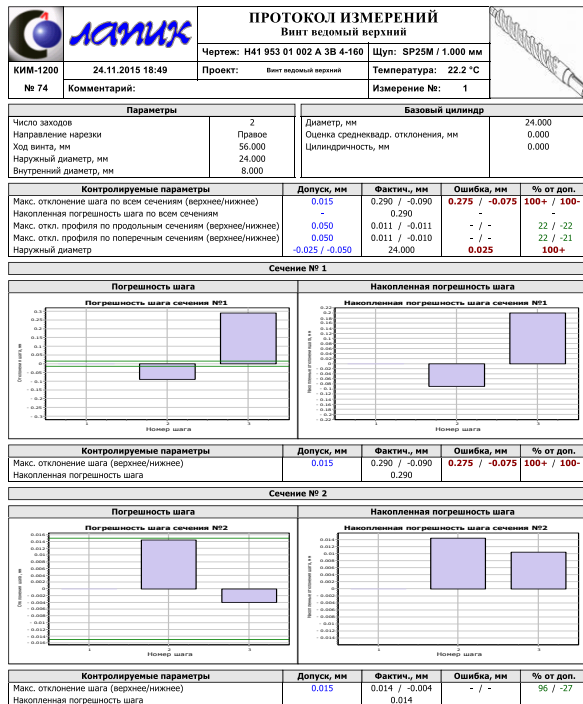


Рис. 3.14.3-10 Раскраска измеренных точек по методу «Полусферы»

3.14.4 Отчет по результатам измерения винта ведущего/ведомого

Если в метрологическом программном комплексе SamIsO предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.14.4-1](#).



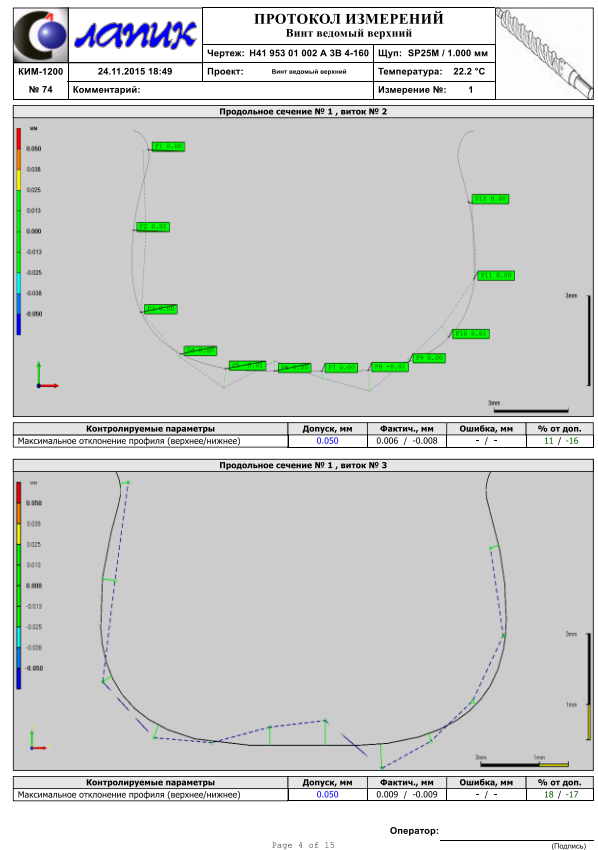
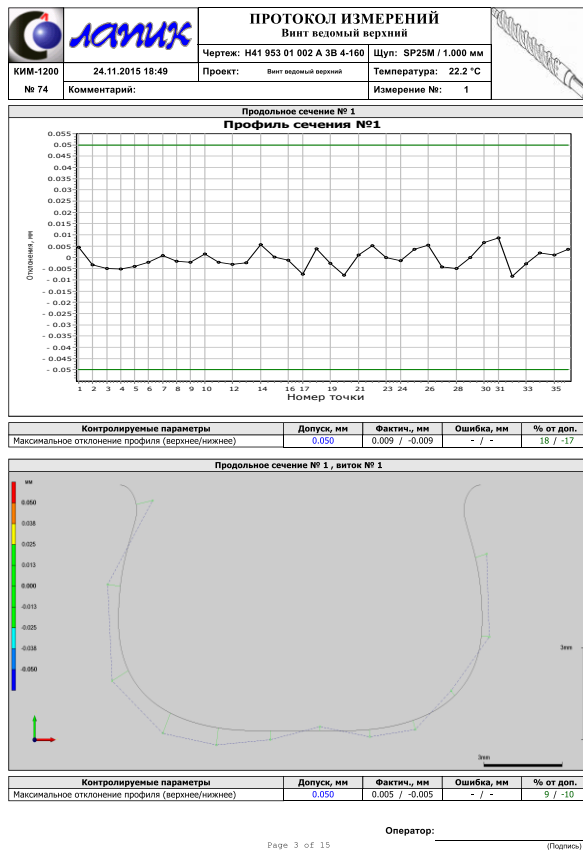


Рис. 3.14.4-1 Пример отчета по результатам измерений винта ведомого верхнего

Вид отчета аналогичен отчету для цилиндрического эвольвентного колеса (см. п. [3.1.4](#)).

3.15 Контроль гайки ролико-винтовой пары (РВП)

3.15.1 Создание гайки РВП

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Гайка РВП» на экране появится окно задания параметров гайки РВП.

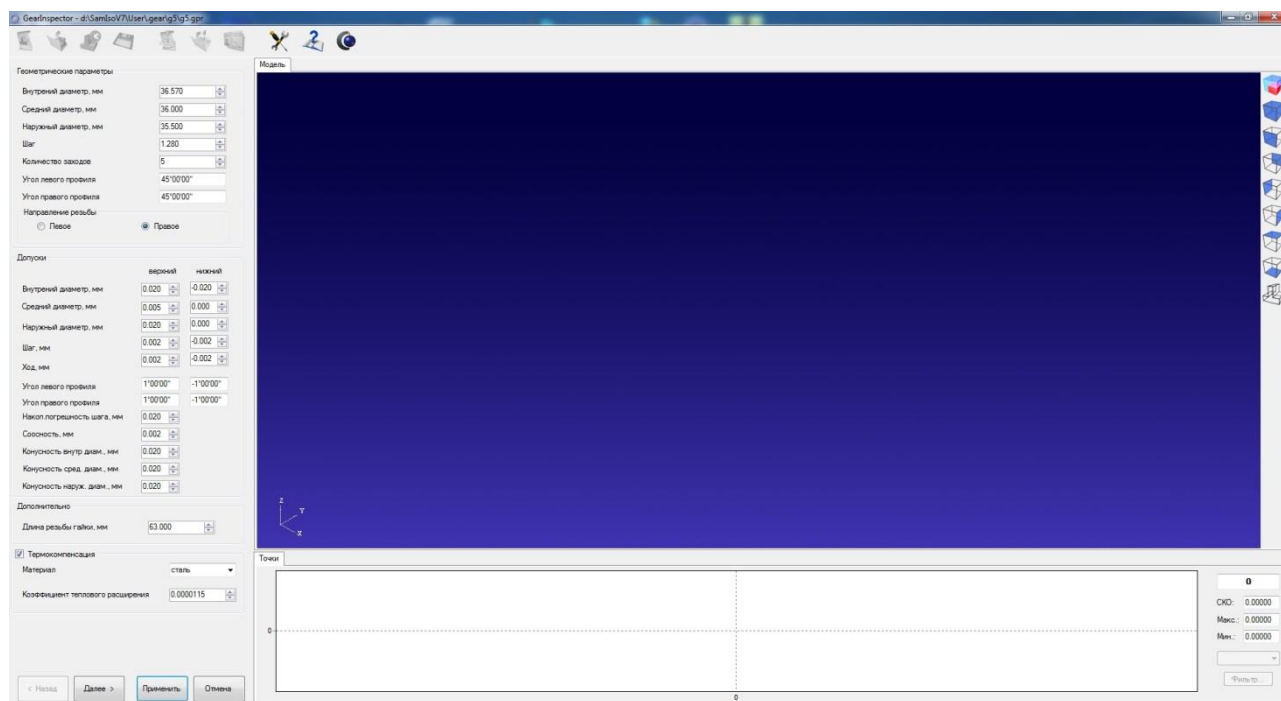


Рис. 3.15.1-1 Окно задания параметров гайки РВП

В окне задания параметров гайки отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Внутренний диаметр, мм
 - Средний диаметр, мм
 - Наружный диаметр, мм
 - Шаг
 - Количество заходов
 - Угол левого профиля
 - Угол правого профиля
- **Направление резьбы (левое или правое)**
- **Допуски**
 - Внутренний диаметр, мм
 - Средний диаметр, мм
 - Наружный диаметр, мм
 - Шаг, мм
 - Ход, мм
 - Угол левого профиля
 - Угол правого профиля
 - Накопленная погрешность шага, мм

- **Соосность, мм**
- **Конусность внутреннего диаметра, мм**
- **Конусность среднего диаметра, мм**
- **Конусность наружного диаметра, мм**
- **Дополнительно**
 - **Длина резьбы гайки, мм** – она нужна для правильной визуализации гайки
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэффициент теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры гайки РВП и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Окно задания параметров базирования почти аналогично окнам задания параметров базирования для других типов деталей (например, для цилиндрической шестерни), но здесь нет возможности базирования по шлицам.

Кроме того, параметр «Уровень относительно зубч. венца» нужно понимать следующим образом:

Если у нас должны быть измерены все заходы гайки, то это примерно расстояние от первой измеряемой впадины до верхнего торца детали.

Если у нас есть не изготовленные заходы и их не нужно измерять, то это расстояние от площадки первого, не изготовленного захода до верхнего торца детали. Считается, что первый заход всегда изготовлен, и его нужно измерять.

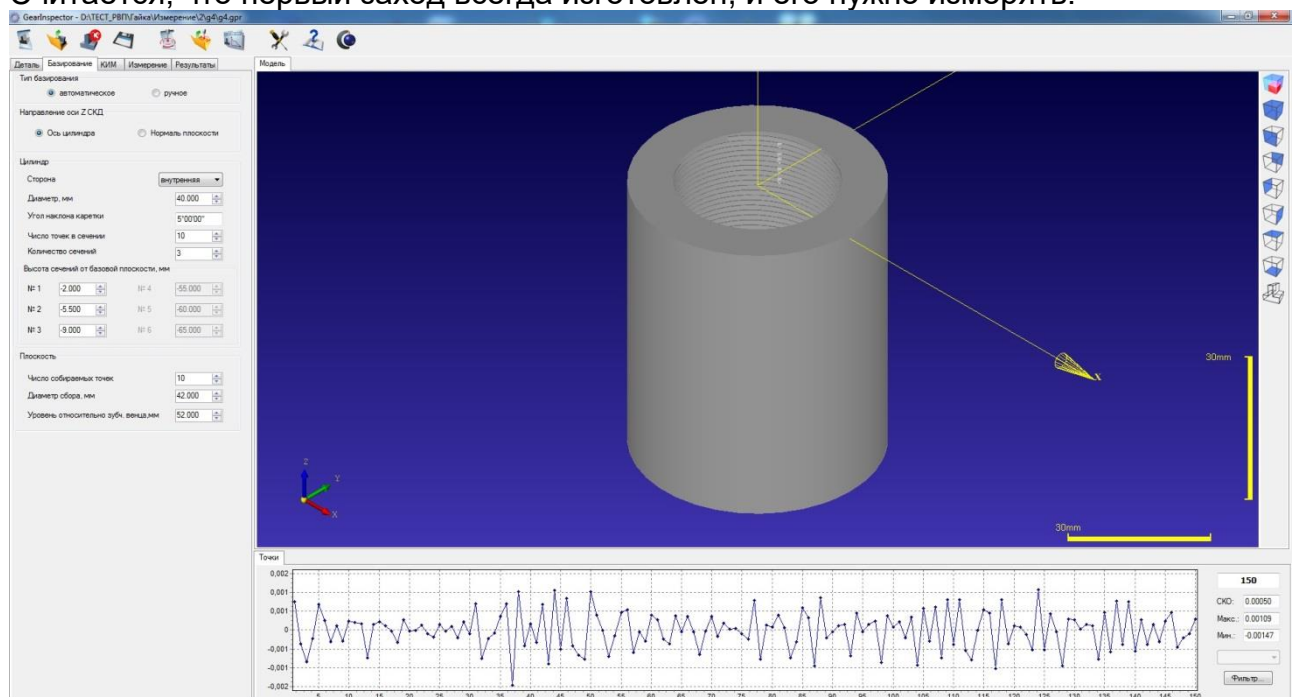


Рис. 3.15.1-2 Окно задания параметров базирования гайки РВП

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения гайки РВП.

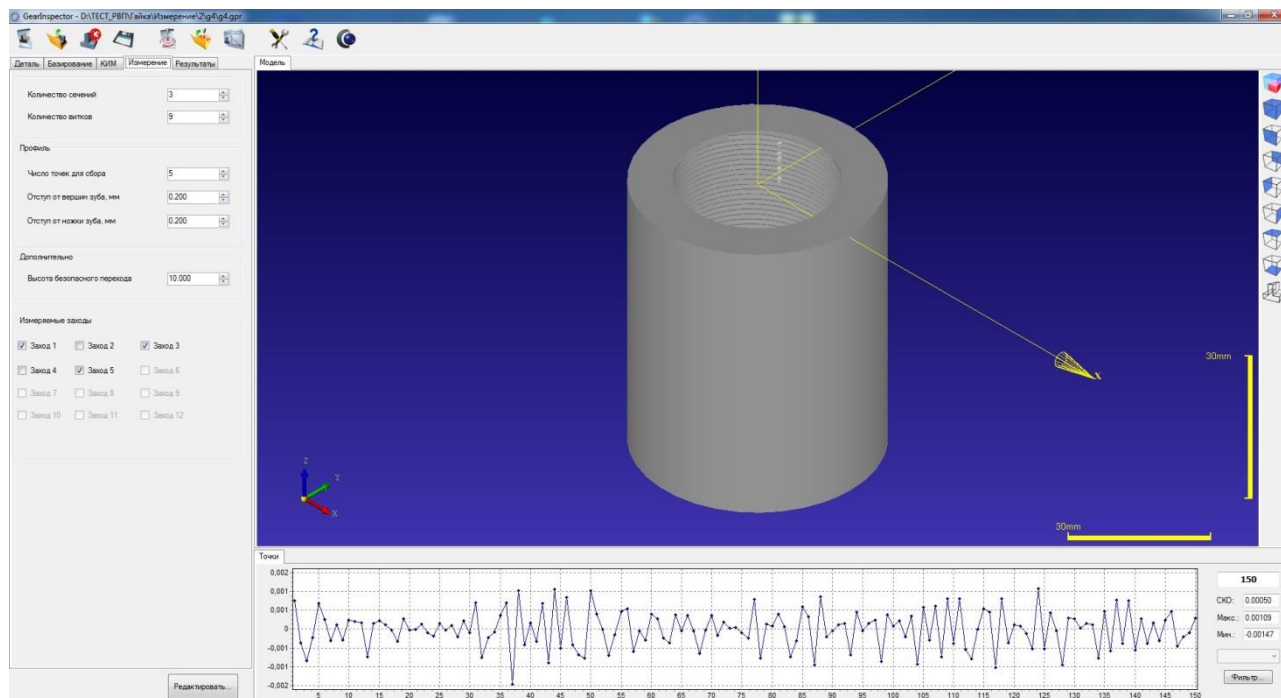


Рис. 3.15.1-3 Окно задания параметров измерения гайки РВП

Ниже приведено краткое описание параметров измерения гайки РВП.

- - **Количество сечений** – количество сечений сбора вдоль оси гайки.
 - **Количество витков**
- **Профиль**
 - **Число точек для сбора** – количество точек сбора с линии каждого профиля
 - **Отступ от вершин зуба, мм** – отступ от кромки вершин при сборе с сечения профиля
 - **Отступ от основания зуба, мм** – отступ от основания зуба при сборе с сечения профиля
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**
- **Измеряемые заходы** – здесь нужно указать заходы, которые изготовлены и должны быть измерены

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.15.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.15.2 Измерение гайки РВП

ВНИМАНИЕ! Все параметры гайки, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Гайка РВП устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Ось гайки должна быть параллельна оси Z СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. По азимуту гайка должна быть установлена так, чтобы сечение XZ первой верхней впадины было как можно выше. Именно по нему будет производиться базирование по впадине.

Если изготовлены и измеряются не все заходы гайки, то ось X должна проходить примерно в начале первого витка первого захода, но там, где впадина витка уже полная.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z параллельна оси Z СКМ. Начало по Z совпадает с центром впадины, находящейся сверху от первой вершины. Именно по этой впадине и производится базирование по Z. При этом базировка по Z будет проходить по сечению XZ впадины.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм над центром гайки или справа над ее торцом (аналогично базировке по другим деталям, например, цилиндрической шестерне).

Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

После базировки по цилиндру и верхнему торцу система попросит установить уже не вертикальный, а Г-образный щуп Renishaw, который должен быть предварительно откалиброван в 8-ми положениях: (90, 0); (90, 45); (90, 90); (90, 135); (90, 180); (90, -135); (90, -90); (90, -45). После нажатия **Ок** программа будет остановлена, после чего можно поставить этот Г-образный щуп, запустить нашу программу и, выбрав продолжение, - продолжить ее.

Система повернет щуп надлежащим образом и начнет базирование по впадине.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

DMIS-программа предлагает измерить витки.

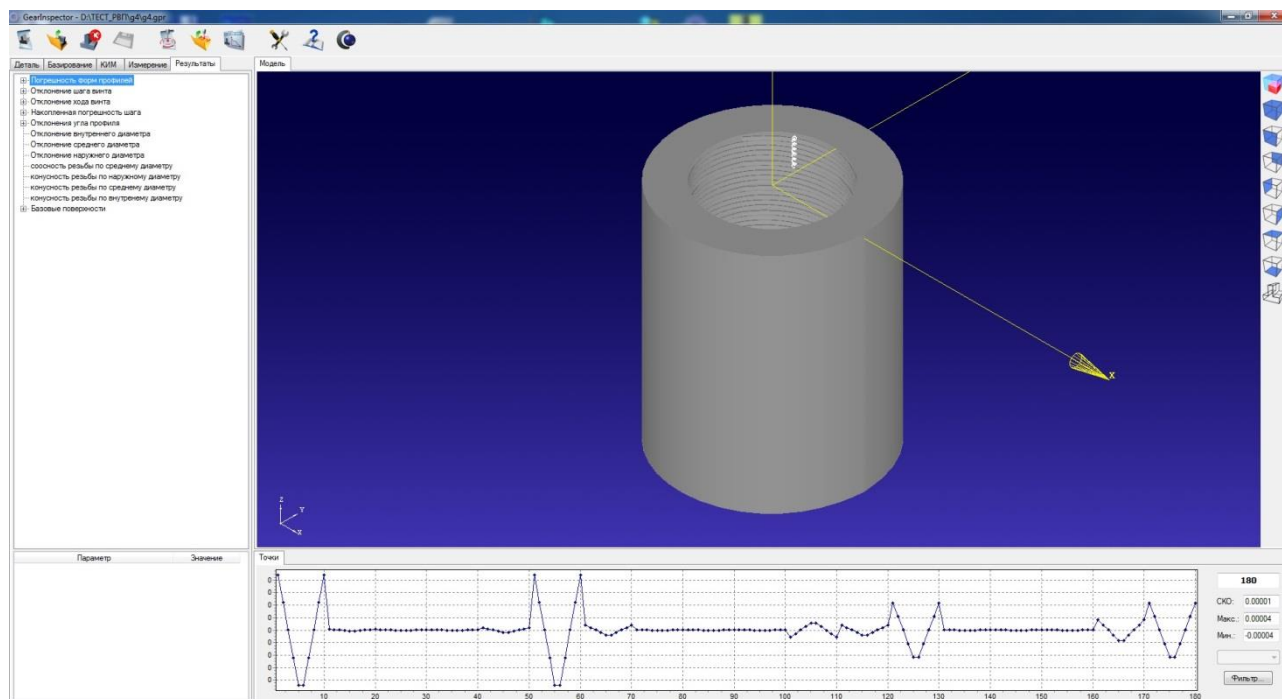
Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку **«ОК»**.

3.15.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Графики погрешностей формы профилей выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

3.15.4 Отчет по результатам измерения

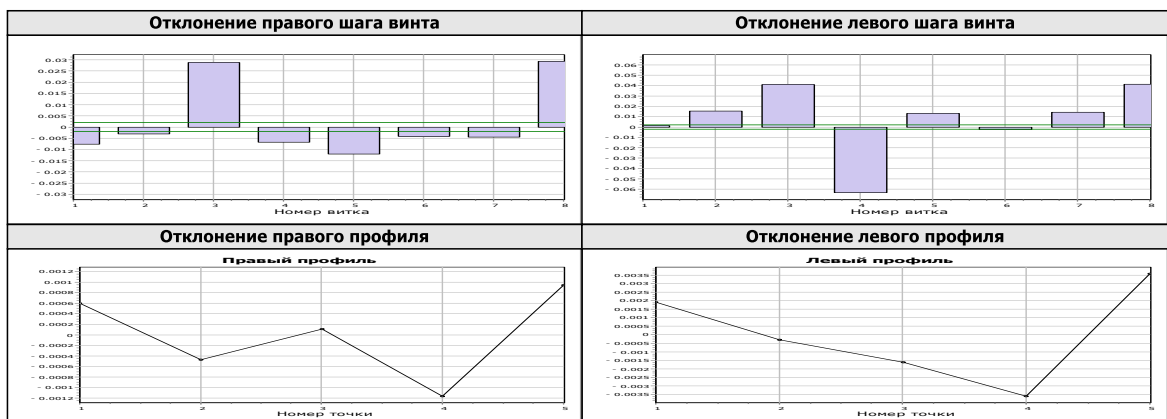
Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис. [3.15.4.1](#).

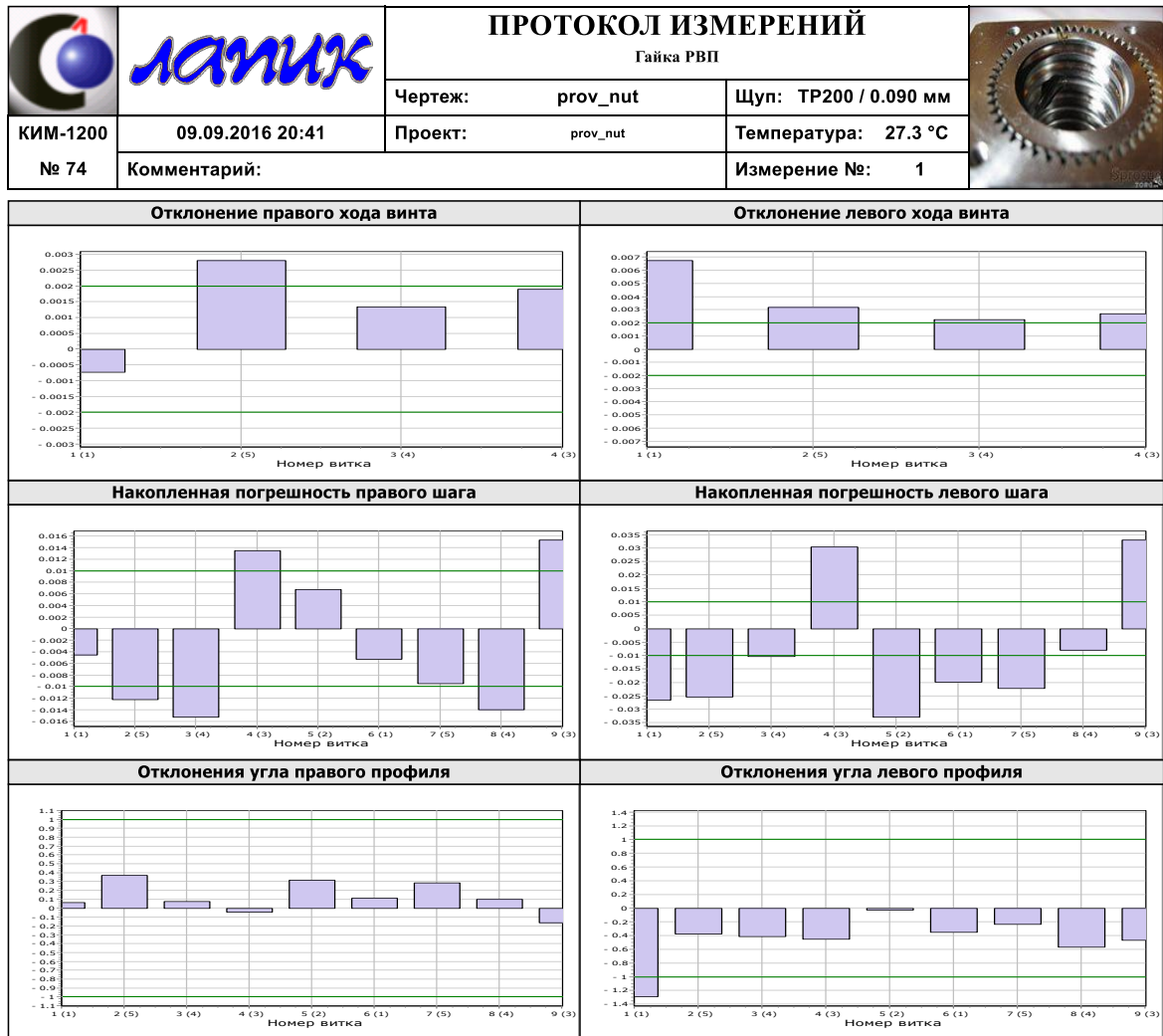
		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Гайка РВП		
		Чертеж: prov_nut	Щуп: TP200 / 0.090 мм	
КИМ-1200	09.09.2016 20:41	Проект: prov_nut	Температура: 27.3 °C	
№ 74	Комментарий:		Измерение №: 1	

Параметры		Базовый цилиндр	
Шаг винта, мм	1.280	Диаметр, мм	40.013
Радиус дна впадины, мм	0.085	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.002
Наружный диаметр, мм	35.500	Цилиндричность, мм	0.012
Средний диаметр, мм	36.000	Базовая плоскость	
Внутренний диаметр, мм	36.570	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.002
Количество заходов	5	Плоскостность, мм	0.008
Направление резьбы	правое	Биеение относительно базового цилиндра, мм	0.000
Угол левого профиля, град	45.000		
Угол правого профиля, град	45.000		

Показатели точности по чертежу		Допуск, мм	Фактич., мм	Ошибка, мм	% от доп.
Средний шаг, мм	mstep		1.282		
Отклонение среднего шага (max/min), мм		0.002 / -0.002	0.036 / -0.039	0.034 / -0.037	100 / -100
Правый средний шаг, мм	rstep		1.280		
Отклонение правого шага (max/min), мм		0.002 / -0.002	0.031 / -0.014	0.029 / -0.012	100 / -100
Левый средний шаг, мм	lstep		1.283		
Отклонение левого шага (max/min), мм		0.002 / -0.002	0.042 / -0.071	0.040 / -0.069	100 / -100
Внутренний диаметр (впадин), мм	idim		36.578		
Отклонение внутреннего диаметра (max/min), мм		0.020 / -0.020	0.004 / -0.004	0.000 / 0.000	20 / -19
Средний диаметр, мм	mdim		36.142		
Отклонение среднего диаметра, мм		0.005 / 0.000	0.142	0.137	100
Наружный диаметр, мм	edim		35.574		
Отклонение наружного диаметра (max/min), мм		0.020 / 0.000	0.012 / -0.016	0.000 / -0.016	24 / -100
Средний средний ход, мм	mmove		6.401		
Отклонение среднего хода (max/min), мм		0.002 / -0.002	0.003 / -0.001	0.001 / 0.000	100 / -28
Правый средний ход, мм	rmove		6.401		
Отклонение правого хода (max/min), мм		0.002 / -0.002	0.003 / -0.001	0.001 / 0.000	100 / -49
Левый средний ход, мм	lmove		6.402		
Отклонение левого хода (max/min), мм		0.002 / -0.002	0.007 / -0.002	0.005 / 0.000	100 / -81
Правый угол профиля, град	rang		45.156		
Отклонение правого угла (max/min), град		1.000 / -1.000	0.449 / -0.223	0.000 / 0.000	45 / -22
Левый угол профиля, град	lang		44.770		
Отклонение левого угла (max/min), град		1.000 / -1.000	0.804 / -1.293	0.000 / -0.293	80 / -100
Накопленная погрешность среднего шага, мм	mcum	0.020	0.043	0.023	100
Накопленная погрешность правого шага, мм	rcum	0.020	0.032	0.012	100
Накопленная погрешность левого шага, мм	lcum	0.020	0.071	0.051	100
Конусность по внутреннему диаметру, мм	icon	0.020	0.024	0.004	100
Конусность по среднему диаметру, мм	mcon	0.020	0.132	0.112	100
Конусность по наружному диаметру, мм	econ	0.020	0.037	0.017	100
Соосность по среднему диаметру, мм	coax	0.002	0.056	0.054	100



Оператор: _____



Оператор: _____

Page 2 of 2

(Подпись)

Рис. 3.15.4-1 Пример отчета по результатам измерений гайки РВП

3.16 Контроль винта роliko-винтовой пары (РВП)

3.16.1 Создание винта РВП

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Винт РВП» на экране появится окно задания параметров винта РВП.

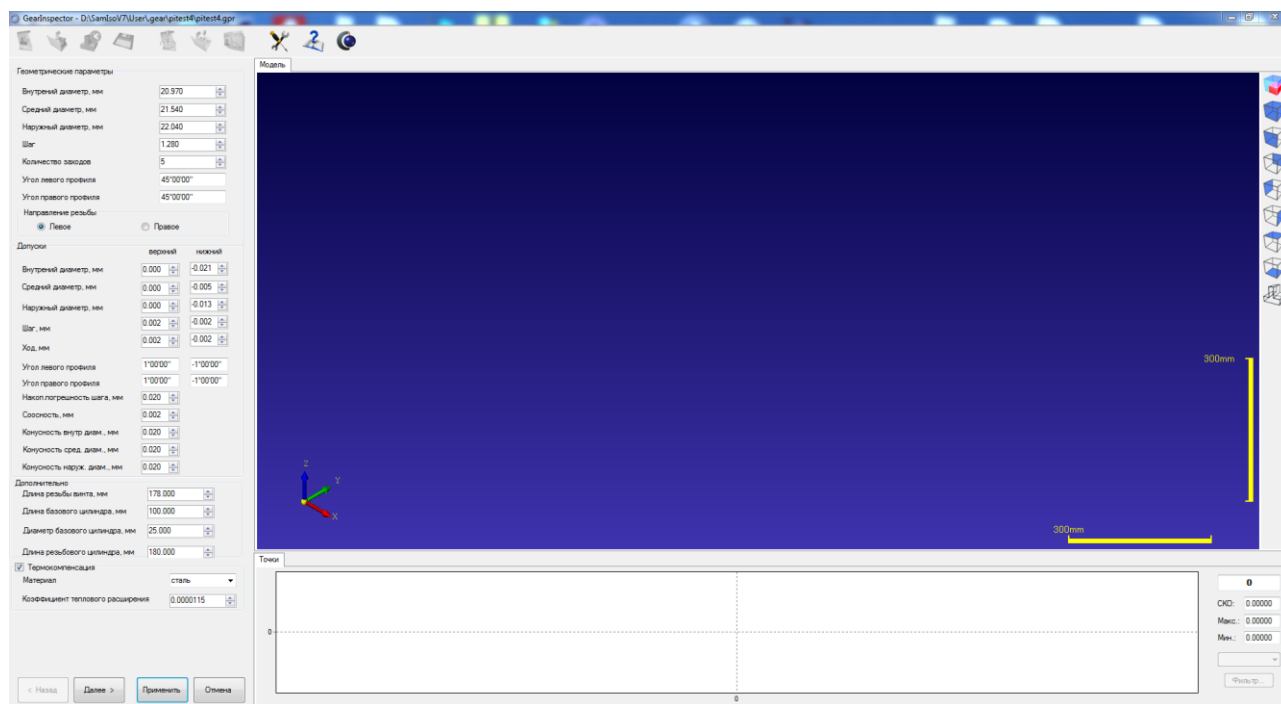


Рис. 3.16.1-1 Окно задания параметров винта РВП

В окне задания параметров винта отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Внутренний диаметр, мм
 - Средний диаметр, мм
 - Наружный диаметр, мм
 - Шаг
 - Количество заходов
 - Угол левого профиля
 - Угол правого профиля
- **Направление резьбы (левое или правое)**
- **Допуски**
 - Внутренний диаметр, мм
 - Средний диаметр, мм
 - Наружный диаметр, мм
 - Шаг, мм
 - Ход, мм
 - Угол левого профиля
 - Угол правого профиля
 - Накопленная погрешность шага, мм
 - Соосность, мм
 - Конусность внутреннего диаметра, мм
 - Конусность среднего диаметра, мм

- Конусность наружного диаметра, мм
 - Дополнительно
 - Длина резьбы винта, мм
 - Длина базового цилиндра, мм
 - Диаметр базового цилиндра, мм
 - Длина резьбового цилиндра, мм
 - Термокомпенсация – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэффициент теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.
- Задайте параметры винта РВП и нажмите кнопку «Далее».
- В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.
- Здесь необходимо ввести параметры измерения базового цилиндра:
- **Диаметр, мм**
 - **Число точек в сечении**
 - **Количество сечений**
 - **Высота сечений от базовой плоскости, мм**

При первоначальном базировании базовой плоскостью является плоскость границы между базовым и резьбовым цилиндрами. Базовый цилиндр будет измеряться с 2-х сторон, поэтому реально число точек в сечении будет вдвое больше указанного.

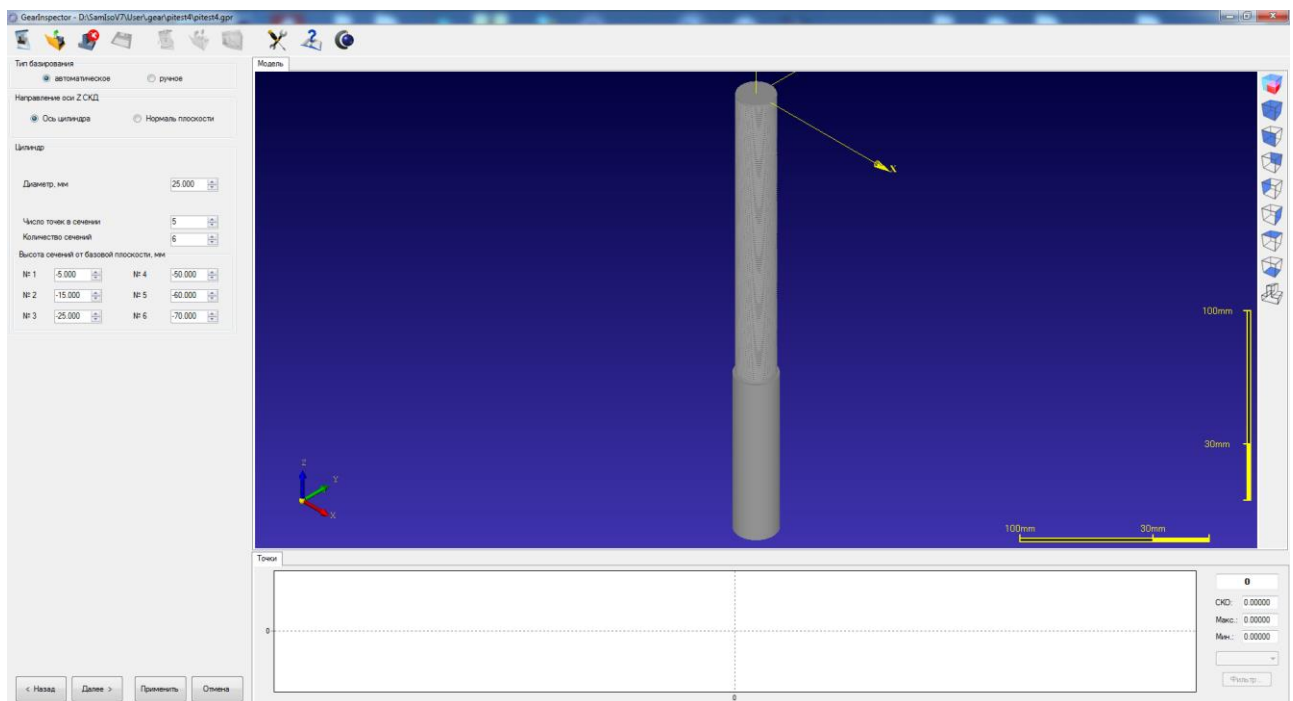


Рис. 3.16.1-2 Окно задания параметров базирования винта РВП

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ (рекомендуется оставить по умолчанию) и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения винта РВП.

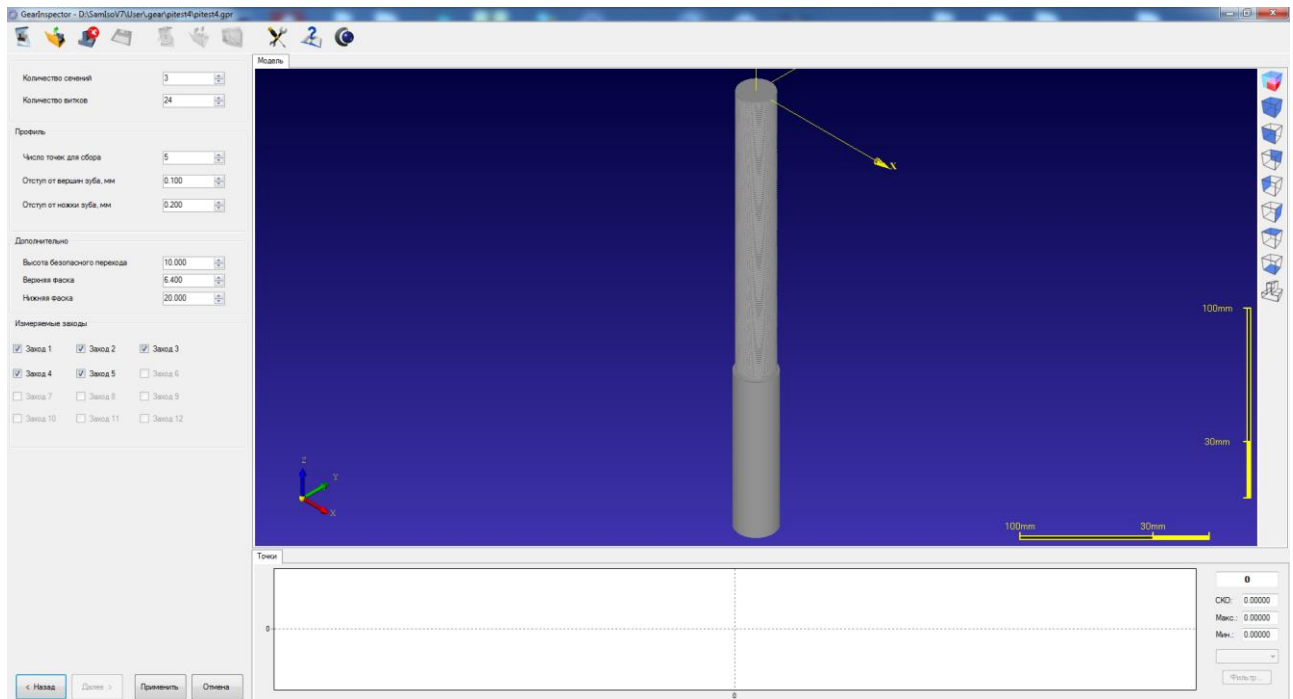


Рис. 3.16.1-3 Окно задания параметров измерения винта РВП

Ниже приведено краткое описание параметров измерения винта РВП.

- **Количество сечений** – количество сечений сбора вдоль оси винта.
- **Количество витков** - число витков на каждом заходе, которые будут измеряться (измеряется всегда одинаковое число витков на всех заходах)

Профиль

- **Число точек для сбора**– количество точек сбора с линии каждого профиля
- **Отступ от вершин зуба, мм** – отступ от кромки вершин при сборе с сечения профиля
- **Отступ от основания зуба, мм** – отступ от основания зуба при сборе с сечения профиля

Дополнительно

- **Высота безопасного перехода**
- **Верхняя фаска** — отступ от верхней (= правой) границы резьбы до 1-го витка 1-го захода. Если, например, установить винт центром впадины захода, который нужно сделать первым, вверх, и задать эту фаску равной ходу резьбы, то этот заход и будет первым. **Не следует устанавливать менее 1/2 хода резьбы.**
- **Нижняя фаска** - отступ от нижней (= левой) границы резьбы до последнего витка последнего захода. **Не следует задавать меньше 3/2 хода резьбы.**

Измеряемые заходы – здесь нужно указать заходы, которые изготовлены и должны быть измерены

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.16.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.16.2 Измерение винта РВП

ВНИМАНИЕ! Все параметры винта, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

ВНИМАНИЕ! Не следует загружать результаты измерения если оно не завершилось полностью (в окне консоли появилась надпись «Программа завершена»).

Установка детали в рабочей области КИМ

Винт РВП устанавливается на рабочем столе горизонтально, резьбой направо, в специальном держателе по возможности в центре рабочей зоны. Ось винта должна быть параллельна оси X СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. По азимуту винт может быть установлен произвольно, но при этом нумерация заходов будет своя при каждом измерении. Если необходимо повторение нумерации, нужно маркером поставить метку на торце детали и ставить всегда по метке.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z сонаправлена с осью X СКМ. Начало по Z совпадает с пересечением плоскости торца резьбового цилиндра с осью Z СКД. Ось X СКД при этом сонаправлена с осью Z СКМ, а ось Y направлена на оператора.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-программа попросит пользователя установить щуп «Эталонный TP200», который должен быть предварительно откалиброван в 3-х положениях: (90, 90); (90, -90); (0, 0), и поставить щуп на высоте 1-2 мм над верхней точкой границы базового и резьбового цилиндров (аналогично базировке по другим деталям, например, цилиндрической шестерне).

Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

После базировки по цилиндру и верхнему торцу система попросит установить вертикальный щуп-иглу Renishaw, который должен быть предварительно откалиброван в 3-х положениях: (105, 90); (105, -90); (0, 0). После нажатия Ок программа будет остановлена, после чего можно поставить этот вертикальный щуп, запустить нашу программу и, выбрав продолжение, - продолжить ее.

Система повернет щуп надлежащим образом и начнет базирование по впадине и измерение витков.

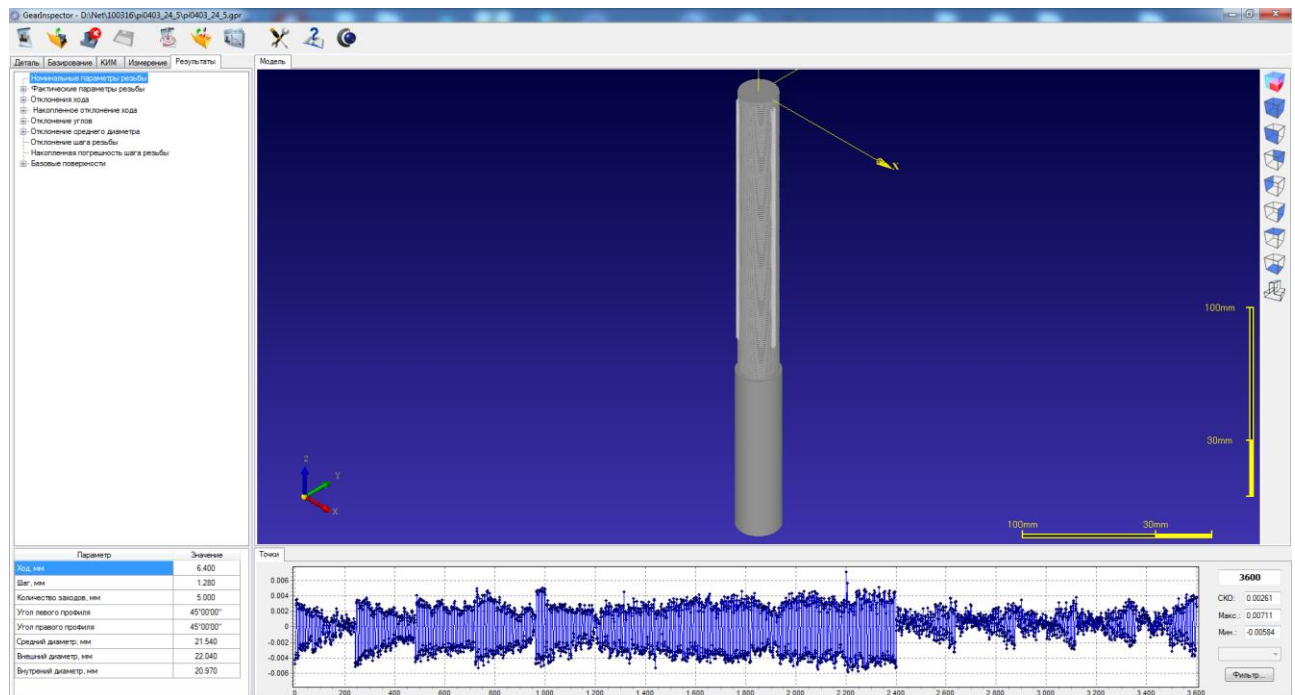
Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «Загрузить результаты измерения».

3.16.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для резьб других типов.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Программа расчета параметров вписывает в измеренные точки математические модели поверхностей заходов резьбы, вычисляя оптимальные параметры этих моделей при которых отклонения измеренных точек от них являются минимальными. Полученные таким образом измеренные значения параметров (например, средний диаметр и шаг) используются затем также при расчете по профилям.

Такое вычисление производится трижды. Сначала для получения средних параметров всей резьбы используется модель с фиксированной по оси базового цилиндра осью и общими для всех заходов параметрами, включая ход и смещения заходов. Результаты выводятся при выборе папки «Фактические параметры резьбы». Затем выполняется оптимизация со своими параметрами для каждого захода также с фиксированной осью. Результаты по каждому заходу выводятся при нажатии на соответствующую папку «Заход №..». Отклонения этой оптимизации выводятся также в гистограмму отклонений. Везде выводятся также результаты расчета по профилям. Как правило, они совпадают с оптимизационными. Отклонения и все графики кроме общей гистограммы везде относятся к профилям. Левая треть графика везде отображает 1-е сечение, средняя - второе, правая - третье. Затем выполняется оптимизация со свободной осью, вычисляются все отклонения соосности и средние квадратичные отклонения (СКО). Все они также выводятся при нажатии папки «Фактические параметры резьбы». Если среднее квадратичное отклонение оптимизации со свободной осью значительно (На 100% и более) отличается от оптимизации с фиксированной осью по оси базового цилиндра, это показывает, что отклонение соосности резьбы с базой является одной из основных причин отклонений среднего диаметра.

3.16.4 Отчет по результатам измерения

Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

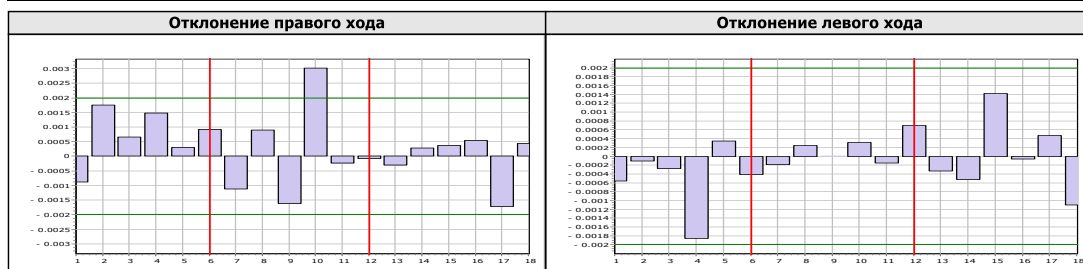
Пример отчета показан – см. рис. [3.16.4.1](#).

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Винт РВП		
		Чертеж:	Щуп: TP200 / 0.072 мм	
КИМ-1200	13.09.2016 16:47	Проект: 130916_5z10v	Температура: 25.7 °C	
№ 74	Комментарий:	Измерение №: 1		

Номинальные параметры резьбы		Базовый цилиндр	
Шаг винта, мм	1.2800	Номинальный диаметр, мм	25.0000
Радиус дна впадины, мм	0.0850	Диаметр, мм	24.9995
Наружный диаметр, мм	22.0400	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.0014
Средний диаметр, мм	21.5400	Цилиндричность, мм	0.0054
Внутренний диаметр, мм	20.9700	Резьбовой цилиндр	
Количество заходов	5	Номинальный диаметр, мм	22.0400
Направление резьбы	левое	Диаметр, мм	22.0499
Угол левого профиля, град	45.0000	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.0023
Угол правого профиля, град	45.0000	Цилиндричность, мм	0.0101

Сдвиги заходов относительно первого, мм				Среднеквадратичные отклонения оптимизаций, мм	
Заход №1	0.0000	Заход №7	-	Общие параметры у всех заходов, ось по оси базы	0.0100
Заход №2	0.0038	Заход №8	-	Свои параметры у каждого захода, ось по оси базы	0.0099
Заход №3	0.0050	Заход №9	-	Свои параметры у каждого захода, оптимальная ось	0.0024
Заход №4	0.0028	Заход №10	-	Несоосности, мм (на 35 витках)	
Заход №5	0.0010	Заход №11	-	Резьба - базовый цилиндр	0.0325
Заход №6	-	Заход №12	-	Резьба - резьбовой цилиндр	0.0379
				Базовый цилиндр - резьбовой цилиндр	0.0239

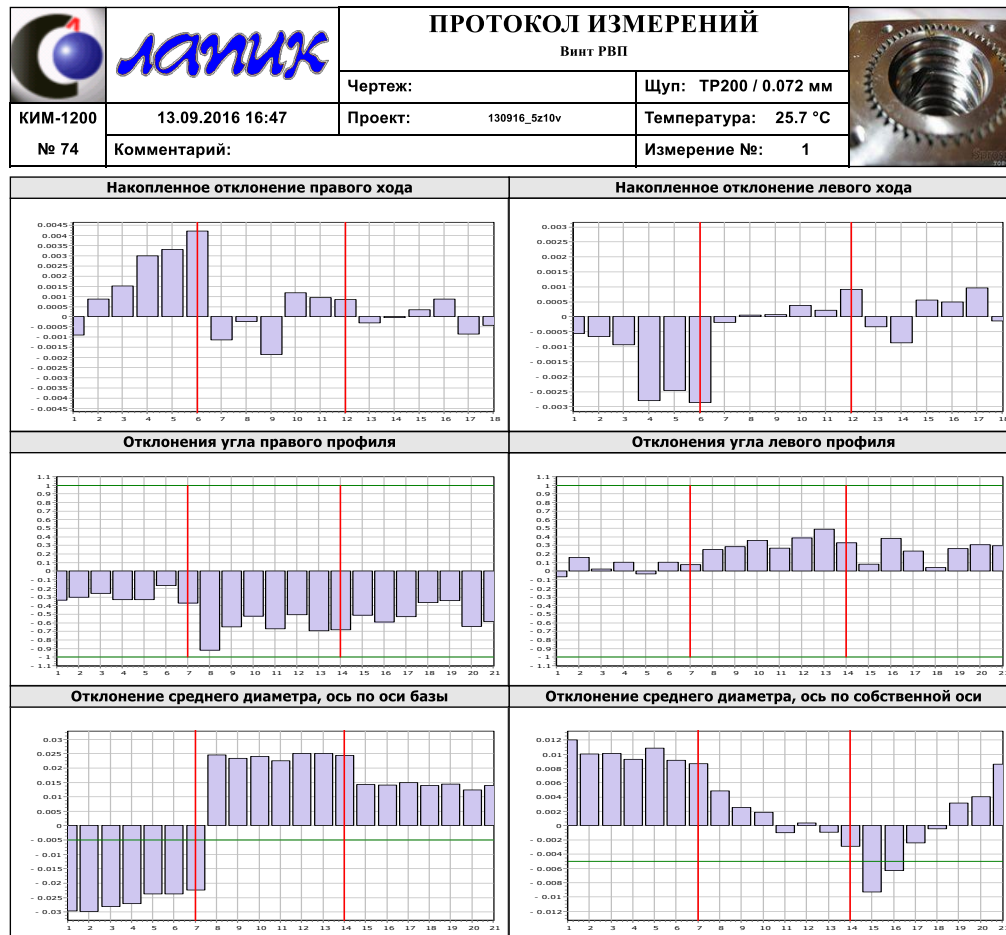
Показатели точности по чертежу		Допуск, мм	Фактич., мм	Ошибка, мм	% от доп.
Правый средний шаг по профилям, мм	rstep		1.280		
Отклонение правого шага (max/min), мм		0.0020 / -0.0020	0.0115 / -0.0103	0.010 / -0.008	100 / -100
Левый средний шаг по профилям, мм	lstep		1.280		
Отклонение левого шага (max/min), мм		0.0020 / -0.0020	0.0048 / -0.0066	0.003 / -0.005	100 / -100
Внутренний диаметр (впадин), мм	idim		20.954		
Отклонение внутреннего диаметра (max/min), мм		0.0000 / -0.0210	0.0084 / -0.0062	0.008 / 0.000	100 / 0
Средний диаметр по оптимизации, мм	mdim		21.539		
Отклонение среднего диаметра (max/min), мм		0.0000 / -0.0050	0.0259 / -0.0446	0.026 / -0.040	100 / -100
Наружный диаметр, мм	edim		22.050		
Отклонение наружного диаметра (max/min), мм		0.0000 / -0.0130	0.0047 / -0.0054	0.005 / 0.000	100 / 0
Правый средний ход по оптимизации, мм	rmove		6.400		
Отклонение правого хода (max/min), мм		0.0020 / -0.0020	0.0030 / -0.0024	0.001 / 0.000	100 / -100
Левый средний ход по оптимизации, мм	lmove		6.400		
Отклонение левого хода (max/min), мм		0.0020 / -0.0020	0.0025 / -0.0033	0.001 / -0.001	100 / -100
Правый угол профиля по оптимизации, град	rang		44.231		
Отклонение правого угла (max/min), град		1.0000 / -1.0000	-0.1653 / -0.9188	0.000 / 0.000	0 / -92
Левый угол профиля по оптимизации, град	lang		45.034		
Отклонение левого угла (max/min), град		1.0000 / -1.0000	0.5162 / -0.0654	0.000 / 0.000	52 / -7
Накопленная погрешность правого шага, мм	rcum	0.0200 / 0.0050	0.0042 / -0.0108	0.000 / -0.016	0 / -100
Накопленная погрешность левого шага, мм	lcum	0.0200 / 0.0050	0.0056 / -0.0068	0.000 / -0.012	0 / -100
Конусность по внутреннему диаметру, мм	icon	0.020	0.002	0.000	8
Конусность по среднему диаметру, мм	mcon	0.020	0.002	0.000	10
Конусность по наружному диаметру, мм	econ	0.020	0.000	0.000	0



Оператор: Яснецов

Page 1 of 2

(Подпись)



Оператор: Яснецов

Page 2 of 2

(Подпись)

Рис. 3.16.4-1 Пример отчета по результатам измерений винта РВП

3.17 Контроль ролика ролико-винтовой пары (РВП)

3.17.1 Создание ролика РВП

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Ролик РВП» на экране появится окно задания параметров ролика РВП.

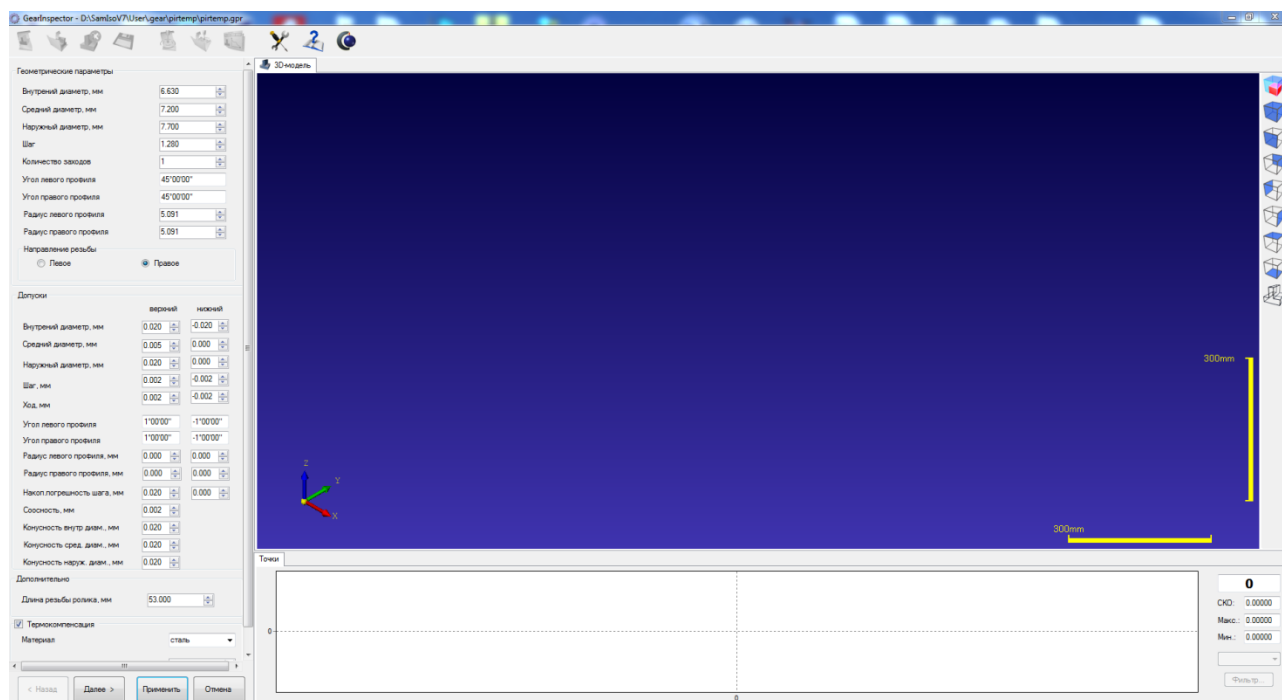


Рис. 3.17.1-1 Окно задания параметров ролика РВП

В окне задания параметров ролика отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Внутренний диаметр, мм
 - Средний диаметр, мм
 - Наружный диаметр, мм
 - Шаг
 - Количество заходов
 - Угол левого профиля
 - Угол правого профиля
- **Направление резьбы (левое или правое)**
- **Допуски**
 - Внутренний диаметр, мм
 - Средний диаметр, мм
 - Наружный диаметр, мм
 - Шаг, мм
 - Ход, мм
 - Угол левого профиля
 - Угол правого профиля
 - Накопленная погрешность шага, мм
 - Соосность, мм
 - Конусность внутреннего диаметра, мм
 - Конусность среднего диаметра, мм
 - Конусность наружного диаметра, мм
- **Дополнительно**
 - Длина резьбы винта, мм
 - Длина базового цилиндра, мм
 - Диаметр базового цилиндра, мм
 - Длина резьбового цилиндра, мм

- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэффициент теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры винта РВП и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Здесь необходимо ввести параметры измерения базовых цилиндров:

- **Диаметр, мм**
- **Число точек в сечении**
- **Количество сечений**
- **Высота сечений от базовой плоскости, мм**

При первоначальном базировании базовой плоскостью является плоскость верхнего торца верхнего (короткого) базового цилиндра. Базовые цилиндры будут измеряться с 2-х сторон, поэтому реально число точек в сечении будет вдвое больше указанного.

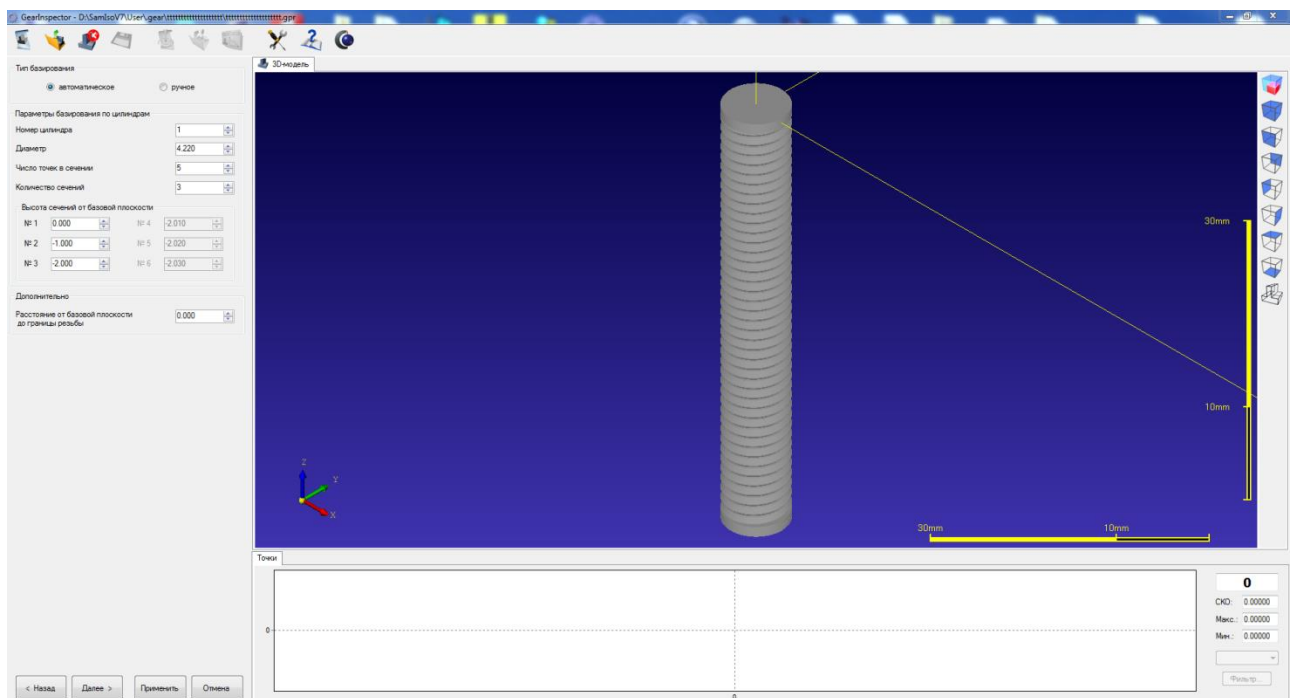


Рис. 3.17.1-2 Окно задания параметров базирования ролика РВП

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ (рекомендуется оставить по умолчанию) и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения ролика РВП.

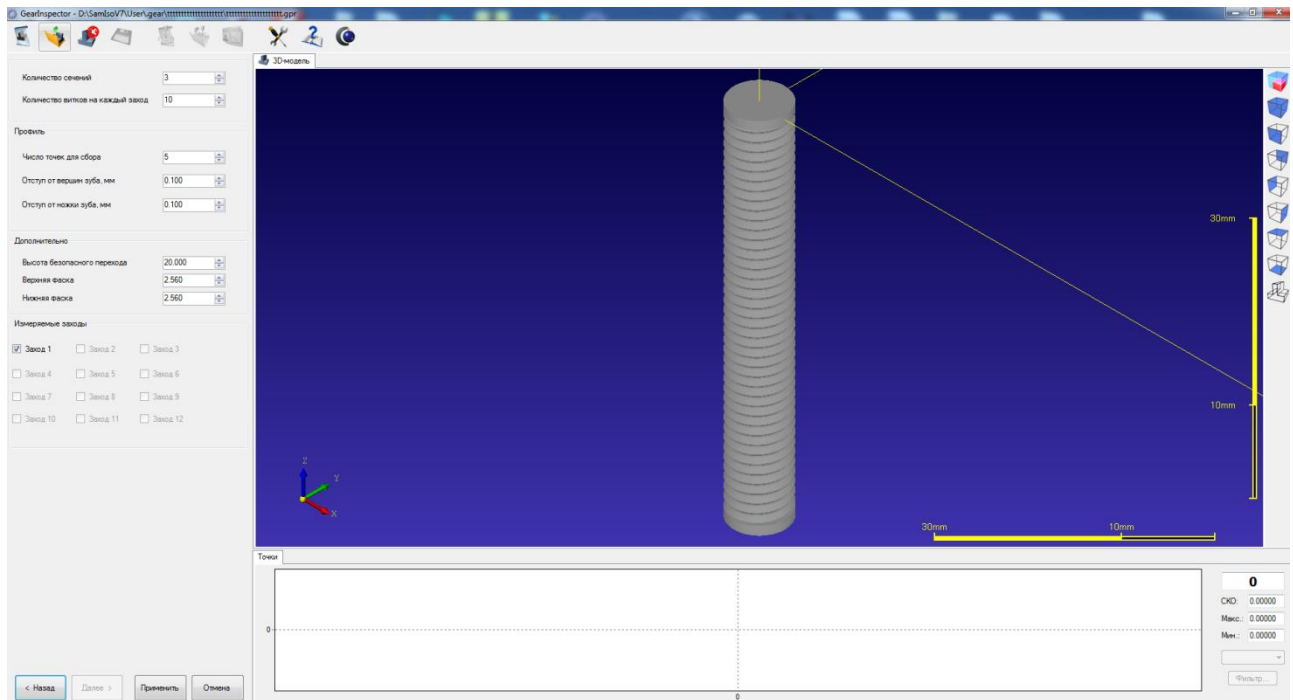


Рис. 3.17.1-3 Окно задания параметров измерения ролика РВП

Ниже приведено краткое описание параметров измерения ролика РВП.

- **Количество сечений** – количество сечений сбора вдоль оси ролика.
- **Количество витков** - число витков на каждом заходе, которые будут измеряться (измеряется всегда одинаковое число витков на всех заходах)
- **Профиль**
 - **Число точек для сбора**– количество точек сбора с линии каждого профиля
 - **Отступ от вершин зуба, мм** – отступ от кромки вершин при сборе с сечения профиля
 - **Отступ от основания зуба, мм** – отступ от основания зуба при сборе с сечения профиля
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**
 - **Верхняя фаска** — отступ от верхней границы верхнего участка «чистой» резьбы (без нарезки 3К) до 1-го витка 1-го захода. **Не следует устанавливать менее 1 хода резьбы.**
 - **Нижняя фаска** - отступ от нижней границы нижнего участка «чистой» резьбы (без нарезки 3К) до последнего витка последнего захода. **Не следует задавать меньше 2 хода резьбы.**
- **Измеряемые заходы** – здесь нужно указать заходы, которые изготовлены и должны быть измерены

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «*Применить*».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.17.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «*OK*» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.17.2 Измерение ролика РВП

ВНИМАНИЕ! Все параметры ролика, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством **GearInspector**, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

ВНИМАНИЕ! Не следует загружать результаты измерения если оно не завершилось полностью (в окне консоли появилась надпись «Программа завершена»).

Установка детали в рабочей области КИМ

Ролик РВП устанавливается на рабочем столе вертикально, коротким базовым цилиндром вверх, в стандартном патроне по возможности в центре рабочей зоны. Ось ролика должна быть параллельна оси Z СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. По азимуту ролик может быть установлен произвольно, но при этом нумерация заходов будет своя при каждом измерении. Если необходимо повторение нумерации, нужно маркером поставить метку на торце детали и ставить всегда по метке.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z сонаправлена с осью Z СКМ. Начало по Z примерно совпадает с пересечением плоскости верхней границы верхнего участка «чистой» резьбы (без нарезки ЗК) с осью Z СКД. Ось X СКД при этом сонаправлена с осью X СКМ, а ось Y направлена от оператора.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-программа попросит пользователя установить щуп «Угловой для ролика РВП», который должен быть предварительно откалиброван в 2-х положениях: (0, 0); (0, 180), и поставить щуп на высоте 1-2 мм над верхней точкой пересечения верхнего кольца верхнего базового цилиндра с отрицательным направлением оси X (аналогично базировке по другим деталям, например, цилиндрической шестерне).

Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

После базировки по цилиндрам и верхнему торцу система попросит установить угловой щуп-иглу Renishaw, который должен быть предварительно откалиброван в 8-и положениях (программа калибровки угловых игл вычисляет нужные положения без участия оператора). После нажатия Ok программа будет остановлена, после чего можно поставить этот угловой щуп-иглу, повторно запустить нашу программу и, выбрав продолжение, - продолжить ее.

Система повернет щуп надлежащим образом и начнет базирование по впадине и измерение витков.

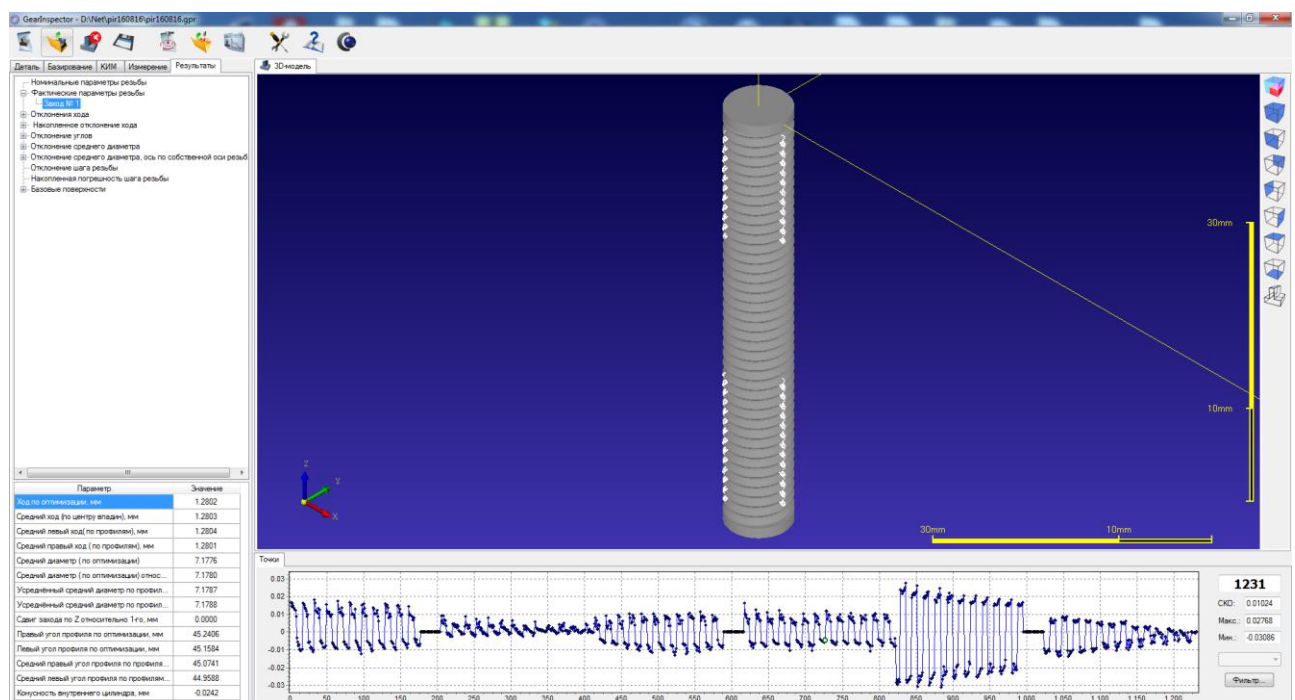
Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «Загрузить результаты измерения».

3.17.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для резьб других типов.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек



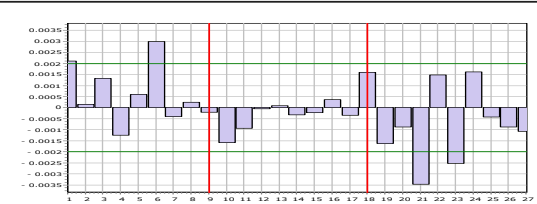
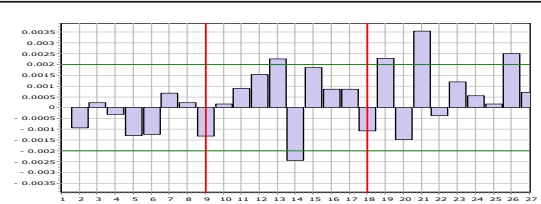
Программа расчета параметров вписывает в измеренные точки математические модели поверхностей заходов резьбы, вычисляя оптимальные параметры этих моделей при которых отклонения измеренных точек от моделей являются минимальными. Полученные таким образом измеренные значения параметров (например, средний диаметр и шаг) используются затем также для расчета по профилям.

Такое вычисление производится трижды. Сначала для получения средних параметров всей резьбы используется модель с фиксированной по оси базового двухцилиндрового вала осью и общими для всех заходов параметрами, включая ход. Результаты выводятся при выборе папки «Фактические параметры резьбы». Затем выполняется оптимизация со своими параметрами для каждого захода также с фиксированной осью. Результаты по каждому заходу выводятся при нажатии на соответствующую папку «Заход №..». Отклонения этой оптимизации выводятся также в гистограмму отклонений. Везде выводятся также результаты расчета по профилям. Как правило, они совпадают с оптимизационными. Отклонения и все графики кроме общей гистограммы везде относятся к профилям. Левая треть графика везде отображает 1-е сечение, средняя - второе, правая - третье. Затем выполняется оптимизация со свободной осью, вычисляются все отклонения соосности и средние квадратичные отклонения (СКО). Все они также выводятся при нажатии папки «Фактические параметры резьбы». Если среднее квадратичное отклонение оптимизации со свободной осью значительно (На 100% и более) отличается от оптимизации с фиксированной осью по оси базового вала, это показывает, что несовпадение осей резьбы и базы является одной из основных причин отклонений среднего диаметра. Это можно посмотреть и непосредственно, сравнив папки «Отклонения среднего диаметра» и «Отклонения среднего диаметра (ось по собственной оси резьбы)»

3.17.4 Отчет по результатам измерения

Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

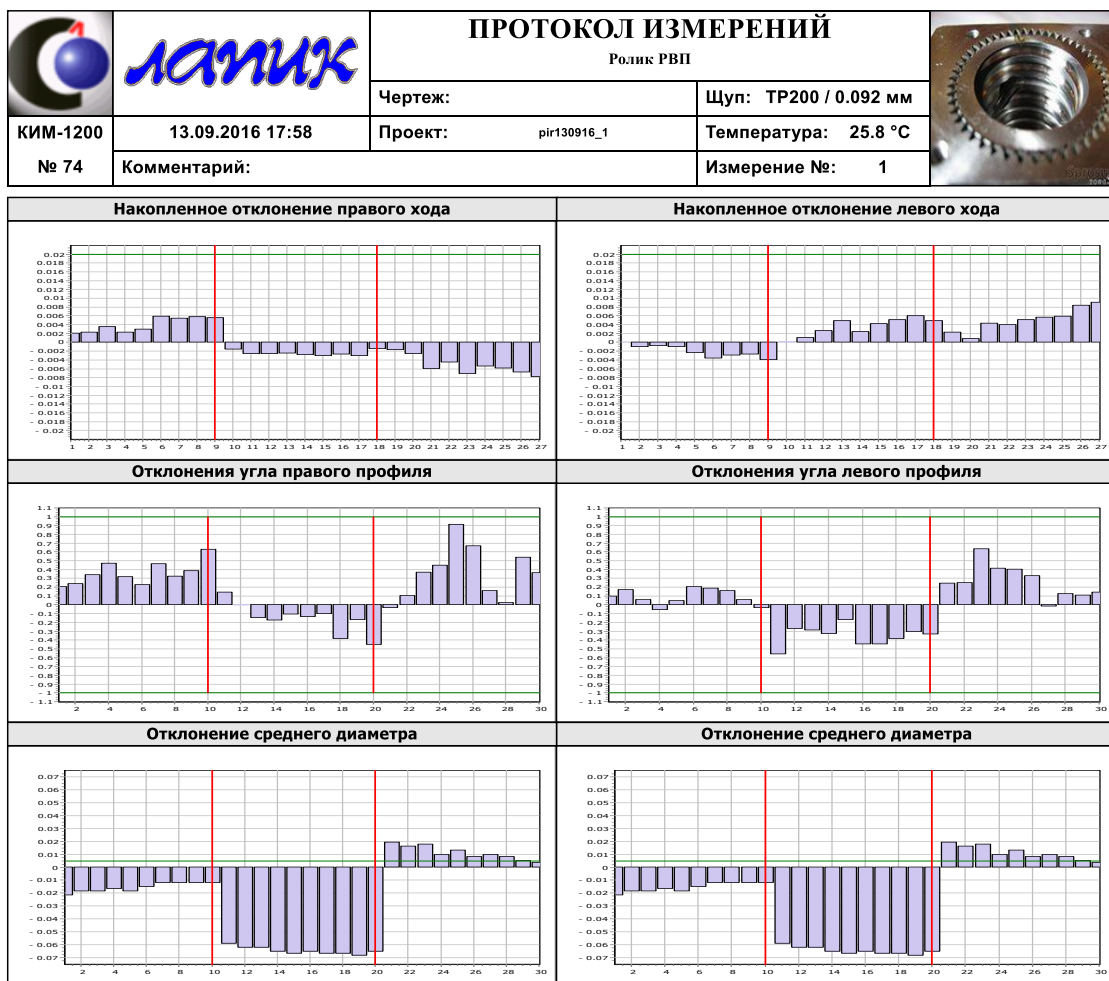
Пример отчета показан – см. рис. [3.17.4.1](#).

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ			
		Ролик РВП			
Чертеж:		Шуп: TP200 / 0.092 мм			
КИМ-1200	13.09.2016 17:58	Проект: pir130916_1	Температура: 25.8 °C		
№ 74	Комментарий:	Измерение №: 1			
Номинальные параметры резьбы			Базовый двухцилиндровый вал		
Шаг винта, мм		1.2800		Номинальный диаметр цилиндров, мм 4.0000	
Радиус дна впадины, мм		0.1226		Диаметры цилиндров верхний/нижний, мм 4.2178/4.3738	
Наружный диаметр, мм		7.7000		Среднеквадратичное отклонение вала, мм 0.0119	
Средний диаметр, мм		7.2000		Цилиндричность вала, мм 0.0522	
Внутренний диаметр, мм		6.6300		Резьбовой цилиндр	
Количество заходов		1		Номинальный диаметр, мм 7.7000	
Направление резьбы		правое		Диаметр, мм 7.6930	
Угол левого профиля, град		45.0000		Среднеквадратичное отклонение, мм 0.0004	
Угол правого профиля, град		45.0000		Цилиндричность, мм 0.0018	
Сдвиги заходов относительно первого, мм			Среднеквадратичные отклонения оптимизаций, мм		
Заход №1	0.0000	Заход №7	-	Общие параметры у всех заходов, ось по оси базы 0.0022	
Заход №2	-	Заход №8	-	Свои параметры у каждого захода, ось по оси базы 0.0022	
Заход №3	-	Заход №9	-	Свои параметры у каждого захода, оптимальная ось 0.0007	
Заход №4	-	Заход №10	-	Несоосности, мм (на 10 витках)	
Заход №5	-	Заход №11	-	Резьба - базовый вал 0.0377	
Заход №6	-	Заход №12	-	Резьба - резьбовой цилиндр 0.0211	
			Базовый вал - резьбовой цилиндр 0.0226		
Показатели точности по чертежу			Допуск, мм	Фактич., мм	Ошибка, мм % от доп.
Правый средний шаг по профилям, мм		rstep	1.280	0.0030 / -0.0035	0.001 / -0.002 100 / -100
Отклонение правого шага (max/min), мм			0.0020 / -0.0020		
Левый средний шаг по профилям, мм		lstep	1.280	0.0035 / -0.0024	0.002 / 0.000 100 / -100
Отклонение левого шага (max/min), мм			0.0020 / -0.0020		
Внутренний диаметр (впадин), мм		idim	6.601	0.0160 / -0.0074	0.000 / 0.000 80 / -37
Отклонение внутреннего диаметра (max/min), мм			0.0200 / -0.0200		
Средний диаметр по оптимизации, мм		mdim	7.176	0.0194 / -0.0681	0.014 / -0.068 100 / -100
Отклонение среднего диаметра (max/min), мм			0.0050 / 0.0000		
Наружный диаметр, мм		edim	7.692	0.0011 / -0.0007	0.000 / -0.001 0 / -100
Отклонение наружного диаметра (max/min), мм			0.0200 / 0.0000		
Правый средний ход по оптимизации, мм		rmove	1.280	0.0030 / -0.0035	0.001 / -0.002 100 / -100
Отклонение правого хода (max/min), мм			0.0020 / -0.0020		
Левый средний ход по оптимизации, мм		lmove	1.280	0.0035 / -0.0024	0.002 / 0.000 100 / -100
Отклонение левого хода (max/min), мм			0.0020 / -0.0020		
Правый угол профиля по оптимизации, град		rang	45.503	0.9125 / -0.4480	0.000 / 0.000 91 / -45
Отклонение правого угла (max/min), град			1.0000 / -1.0000		
Левый угол профиля по оптимизации, град		lang	45.364	0.6346 / -0.5565	0.000 / 0.000 63 / -56
Отклонение левого угла (max/min), град			1.0000 / -1.0000		
Накопленная погрешность правого шага, мм		rcum	0.0059 / -0.0078	0.0059 / -0.0078	0.000 / -0.008 0 / -100
Накопленная погрешность левого шага, мм		lcum	0.0200 / 0.0000	0.0091 / -0.0040	0.000 / -0.004 0 / -100
Конусность по внутреннему диаметру, мм		icon	0.020	0.006	0.000 29
Конусность по среднему диаметру, мм		mcon	0.020	-0.004	0.000 -21
Конусность по наружному диаметру, мм		econ	0.020	-0.001	0.000 -7
Откл. ср. диаметра, ось по собств. оси резьбы (max/min)			0.0050 / 0.0000	-0.0197 / -0.0275	0.000 / -0.028 0 / -100
Отклонение правого хода			Отклонение левого хода		
					

Оператор: Яснецов А.Г.

Page 1 of 2

(Подпись)



Оператор: Яснецов А.Г.

Page 2 of 2

(Подпись)

Рис. 3.17.4-1 Пример отчета по результатам измерений ролика РВП

3.18 Контроль цилиндрической шестерни по спирали

Данное измерение аналогично измерению обычной шестерни, но имеет некоторые особенности:

- для создания проекта нужно выбрать не цилиндрическое эвольвентное зубчатое колесо, а шестерню РВП;
- параметры детали задаются аналогично, но ширину зубчатого венца нужно задать не менее удвоенного шага спирали нашего измерения;
- параметры базирования задаются аналогично, но конкретно для измерения зубчатки РВП нужно отказаться от автоматического и задать ручное базирование;
- вкладки “КИМ” и “Измерение” здесь также аналогичны, но во вкладке “Измерение» появился блок задания спирали, по которой нужно провести измерение. Здесь задаются: направление спирали (правое или левое), шаг спирали и количество заходов спирали. Кроме того, конкретно для измерения зубчатки РВП, не нужно задавать измерение линии.
- для проведения измерения на КИМ запустите Samiso и нажмите кнопку



«Измерить деталь GearInspector», выполнится программа, почти полностью аналогичная обычной программе для измерения цилиндрической шестерни (см. п. [3.1.2](#)). Конкретно для измерения зубчатки РВП нужно сделать следующее:

- по ее запросу на выставление щупа внутри впадины (базировка по азимуту) нужно поставить щуп (Г-образную иглу) не только внутри впадины, но и по середине зуба резьбы ролика РВП;
- линия зуба не измеряется;
- для измерения калибруется Г-образный щуп-игла в 8-ми положениях (через каждые 45°);
- по окончании измерения, совершенно аналогично вызывается расчет.

Форма выдачи результатов и протокола измерения тоже совершенно аналогична.

3.19 Контроль винта шарико-винтовой пары (ШВП) с готическим профилем

3.19.1 Создание винта ШВП

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Винт ШВП с готическим профилем» на экране появится окно задания параметров винта ШВП.

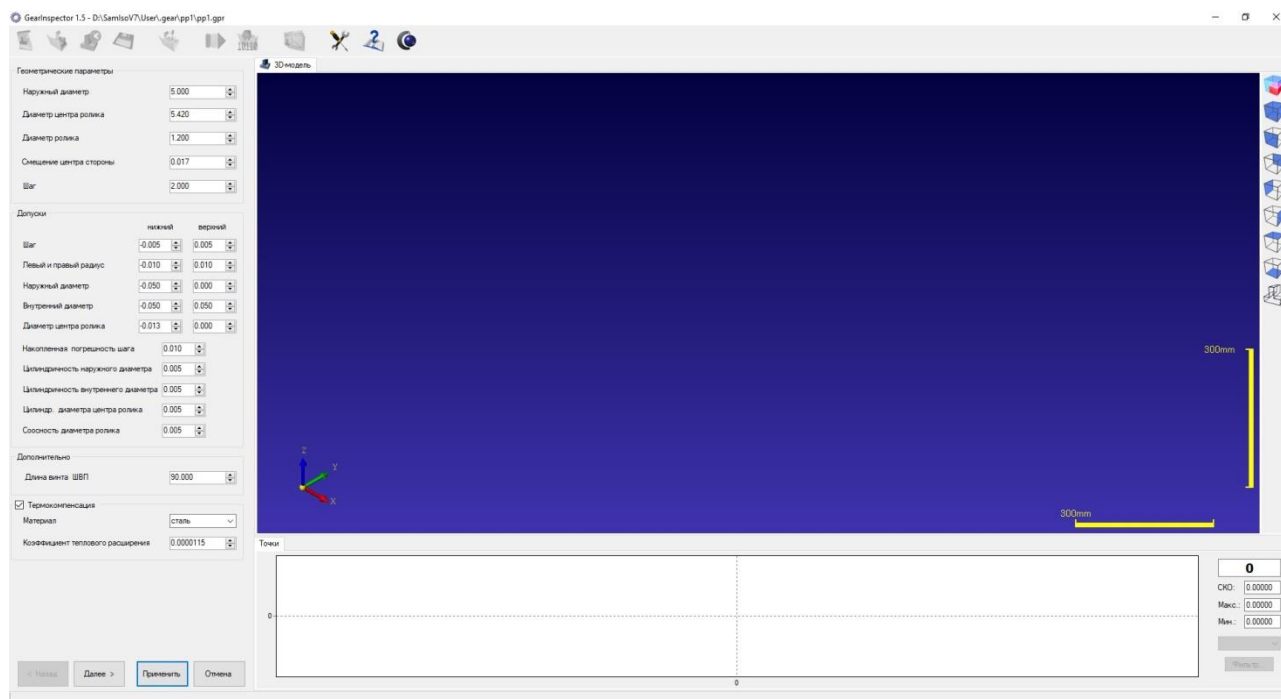


Рис.3.19.1-1. Окно задания параметров винта ШВП

В окне задания параметров винта отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Наружный диаметр
 - Диаметр центра ролика
 - Диаметр ролика
 - Смещение центра стороны
 - Шаг
- **Допуски**
 - Шаг
 - Левый и правый радиус
 - Наружный диаметр
 - Внутренний диаметр
 - Диаметр центра ролика
 - Накопленная погрешность шага
 - Цилиндричность наружного диаметра
 - Цилиндричность внутреннего диаметра
 - Цилиндричность диаметра центра ролика
 - Соосность диаметра центра ролика

- **Дополнительно**
 - **Длина винта ШВП** – она нужна для правильной визуализации винта
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры винта ШВП и нажмите кнопку «Далее».

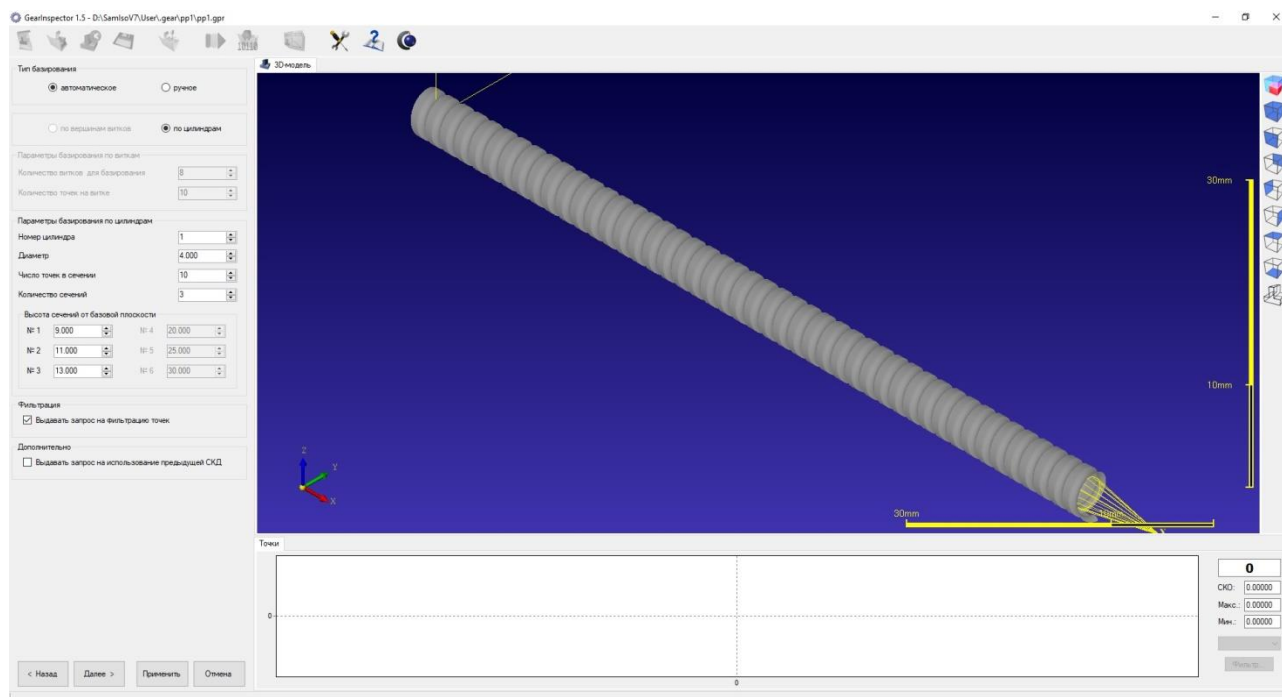


Рис.3.19.1-2. Окно задания параметров базирования винта ШВП

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Здесь открыты для редактирования следующие параметры:

- **Тип базирования** — базирование может быть ручным или автоматическим. Для автоматического базирования нужно задать еще и параметры базирования. Автоматическое базирование может осуществляться по двум боковым цилиндрам. Автоматическое же базирование по виткам заблокировано, но в дальнейшем, при необходимости, может быть введено в систему.
- **Параметры базирования по цилиндрам**
 - **Номер цилиндра** – здесь задается номер цилиндра (1 или 2) для которого далее будут заданы параметры сбора точек
 - **Диаметр**
 - **Число точек в сечении**
 - **Количество сечений**
 - **Высота сечений от базовой плоскости**

- **Фильтрация**
 - **Выдавать запрос на фильтрацию точек**
- **Дополнительно**
 - **Выдавать запрос на использование предыдущей СКД** – при установке этого флага в начале работы измерительной программы будет запрос на использование предыдущей базировки. Это нужно в случае, если мы хотим измерить отдельные участки ШВП с единой базировкой, произведенной один раз.

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения винта ШВП.

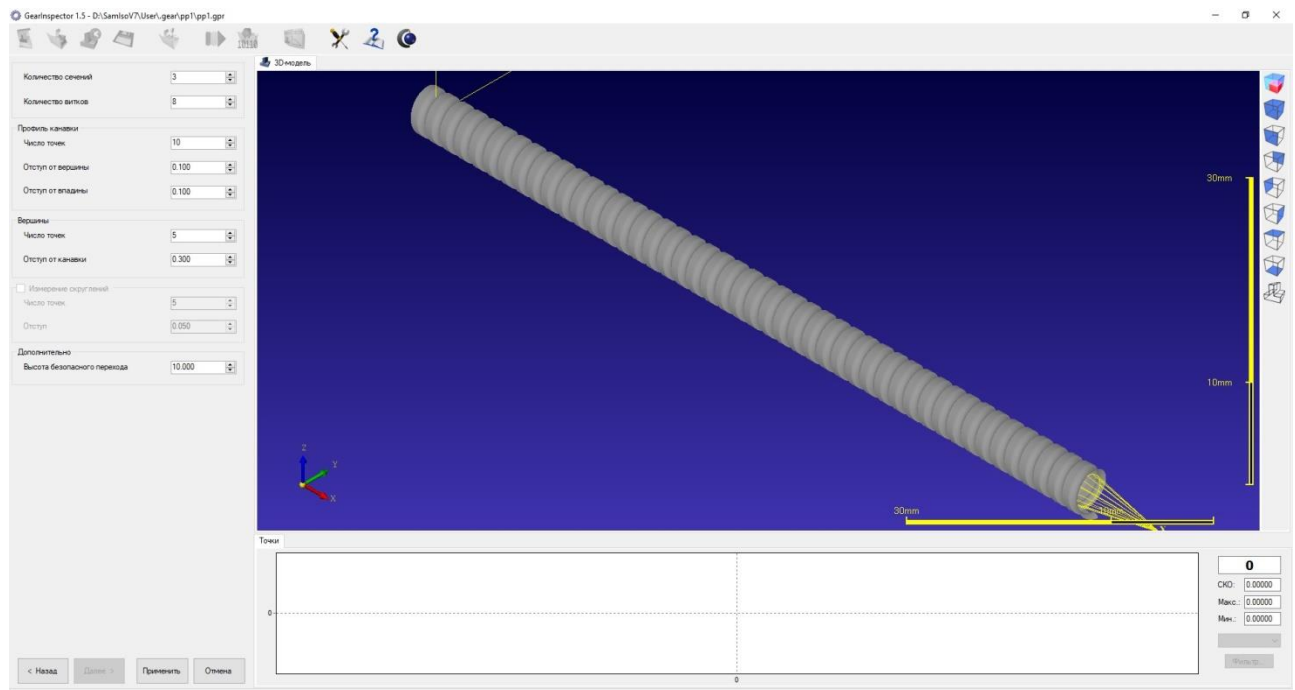


Рис.3.19.1-3. Окно задания параметров измерения винта ШВП

Ниже приведено краткое описание параметров измерения винта ШВП.

- **Общие параметры**
 - **Количество сечений** – количество сечений сбора вдоль оси винта
 - **Количество витков**
- **Профиль канавки**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждой стороны нормального сечения канавки
 - **Отступ от вершины** – отступ от каждой из двух кромок вершин при сборе с двух сторон канавки

- **Отступ от впадины** – отступ от каждой из двух кромок впадин при сборе с двух сторон канавки
- **Вершины**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждой вершины
 - **Отступ от канавки** – отступ от каждой из двух кромок при сборе с вершины
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**

Параметры измерения скруглений заблокированы, но, при необходимости могут быть введены в систему.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «**Применить**».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.19.2](#).

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «**ОК**» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.19.2 Измерение винта ШВП

ВНИМАНИЕ! Все параметры винта, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством **GearInspector**, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и

нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector»



Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Винт ШВП устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Ось винта должна быть параллельна оси X СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось X параллельна оси X СКМ. Начало по X совпадает с центром впадины, находящейся справа от первой вершины. Именно по этой впадине и производится базирование по X.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы.

При базировании по цилиндрам DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп над осью на уровне координаты X условной базировочной плоскости (от которой вдоль оси X отсчитываются уровни сбора по обоим цилиндрам). Далее программа автоматически измеряет оба цилиндра (по ним устанавливается ось X СКД) и просит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм над центром первой впадины (канавки). Именно с этой впадины и будет в дальнейшем сбор заранее заданного количества витков при измерении. Далее проходит «грубая» базировка по первой впадине (собирается одна точка с дна и две – с боков).

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

DMIS-программа предлагает измерить витки.

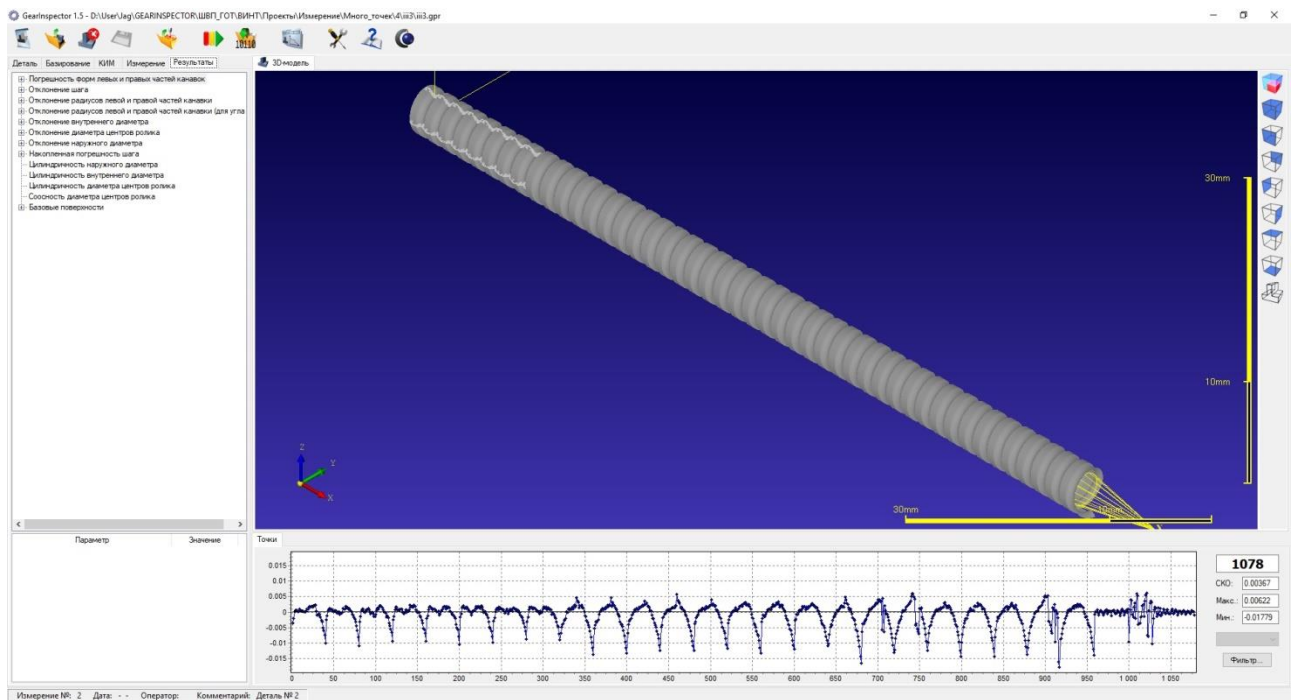
Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему *GearInspector* и нажмите кнопку «ОК».

3.19.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.



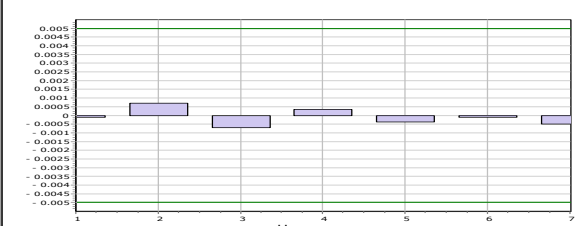
В процессе расчета дна канавки и центра вписанного ролика могут быть ошибки. Например, ролик невозможно вписать или окружность одного бока может лежать внутри окружности другого. В таких случаях в процессе расчета система выдает диагностические сообщения. На гистограммах столбики для соответствующих канавок будут закрашены в темно-красный цвет и эти значения не должны приниматься во внимание – они неверны.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Графики погрешностей формы канавок выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

3.19.4 Отчет по результатам измерения

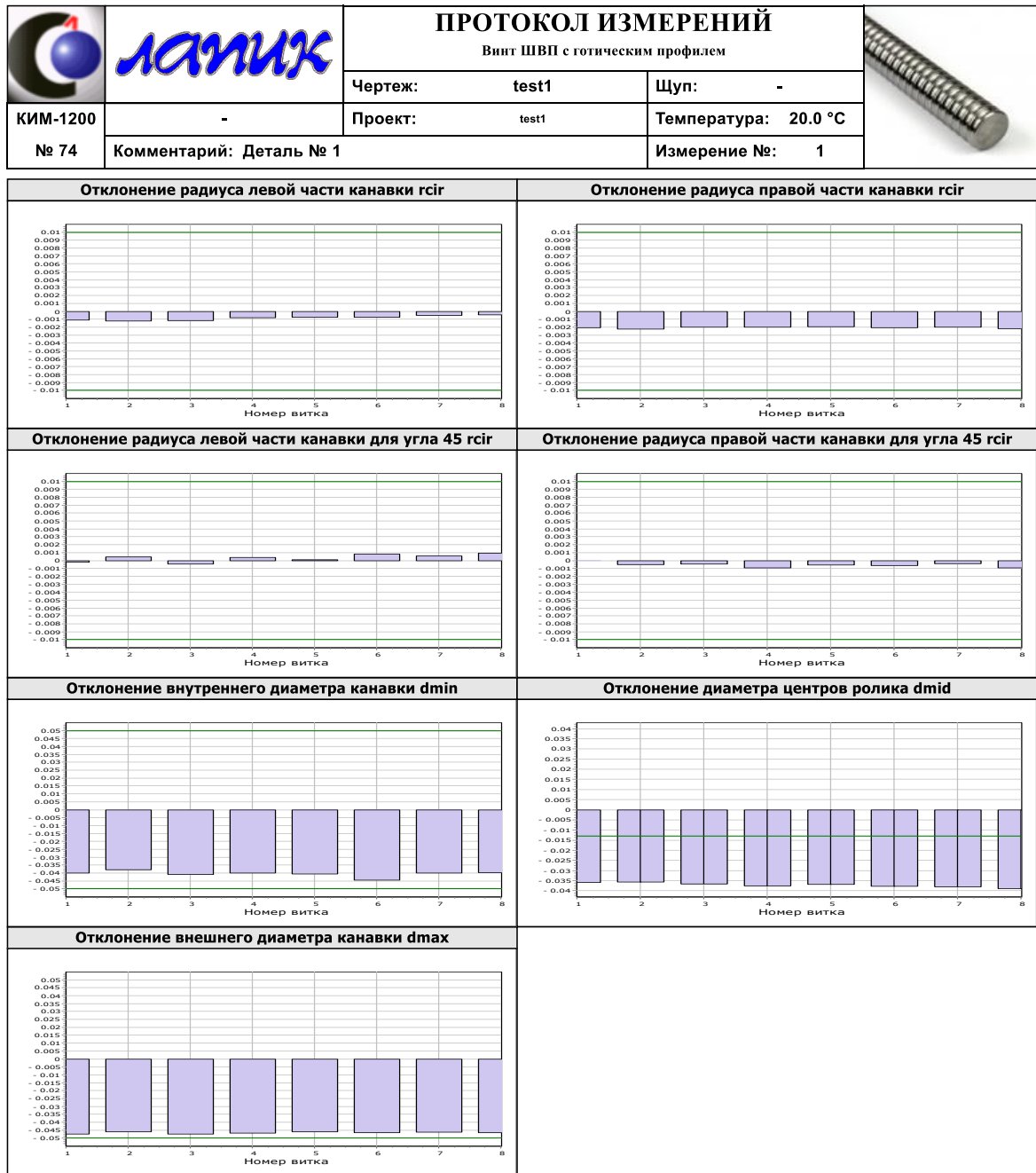
Пример отчета показан – см. рис. [3.19.4-1](#).

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ			
		Винт ШВП с готическим профилем			
КИМ-1200	-	Чертеж: test1	Щуп: -		
№ 74	Комментарий: Деталь № 1	Проект: test1	Температура: 20.0 °C		
		Измерение №: 1			
Параметры		Левый базовый цилиндр			
Направление винта	правое	Диаметр, мм	3.991		
Шаг винта, мм	2.000	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.000		
Наружный диаметр, мм	5.000	Цилиндричность, мм	0.000		
Диаметр окружности центра ролика, мм	5.420	Правый базовый цилиндр			
Диаметр ролика, мм	1.200	Диаметр, мм	0.000		
Смещение центров сторон, мм	0.017	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.000		
		Цилиндричность, мм	0.000		
Показатели точности по чертежу		Номинал, мм	Допуск, мм	Фактич., мм	Ошибка, мм
Средний шаг	step	2.000		2.000	
Отклонение шага (max/min)			0.005 / -0.005	0.003 / -0.002	0.000 / 0.000
Средний радиус левой части канавки	rcir	0.624		0.624	
Отклонение радиуса левой части канавки (max/min)			0.010 / -0.010	0.001 / -0.001	0.000 / 0.000
Средний радиус правой части канавки	rcir	0.624		0.623	
Отклонение радиуса правой части канавки (max/min)			0.010 / -0.010	0.000 / -0.002	0.000 / 0.000
Средний радиус левой части канавки (для угла 45)	rcir	0.624		0.624	
Отклонение радиуса левой части канавки (45) (max/min)			0.010 / -0.010	0.001 / -0.002	0.000 / 0.000
Средний радиус правой части канавки (для угла 45)	rcir	0.624		0.624	
Отклонение радиуса правой части канавки (45) (max/min)			0.010 / -0.010	0.002 / -0.001	0.000 / 0.000
Средний внутренний диаметр	dmin	4.206		4.182	
Отклонение внутреннего диаметра (max/min)			0.050 / -0.050	0.004 / -0.044	0.000 / 0.000
Средний диаметр центров ролика	dmid	5.420		5.397	
Отклонение диаметра центров ролика (max/min)			0.000 / -0.013	-0.004 / -0.039	0.000 / -0.026
Средний наружный диаметр	dmax	5.000		4.962	
Отклонение наружного диаметра (max/min)			0.000 / -0.050	-0.024 / -0.056	0.000 / -0.006
Средняя накопленная погрешность шага винта	nstep			0.002	
Накопленная погрешность шага винта (max/min)			0.010	0.004 / 0.001	0.000
Цилиндричность внутреннего диаметра			0.005	0.011	0.006
Цилиндричность диаметра центров ролика			0.005	0.003	0.000
Цилиндричность наружного диаметра			0.005	0.017	0.012
Соосность диаметра центров ролика			0.005	0.014	0.009
Отклонение шага винта step		Отклонение накопленного шага винта nstep			
					

Оператор: Яснецов А.Г.

Page 1 of 2

(Подпись)



Оператор: Яснецов А.Г.

Page 2 of 2

(Подпись)

Рис.3.19.4-1. Пример отчета по результатам измерений винта ШВП

3.20 Контроль гайки шарико-винтовой пары (ШВП) с готическим профилем

3.20.1 Создание гайки ШВП

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Гайка ШВП с готическим профилем» на экране появится окно задания параметров гайки ШВП.

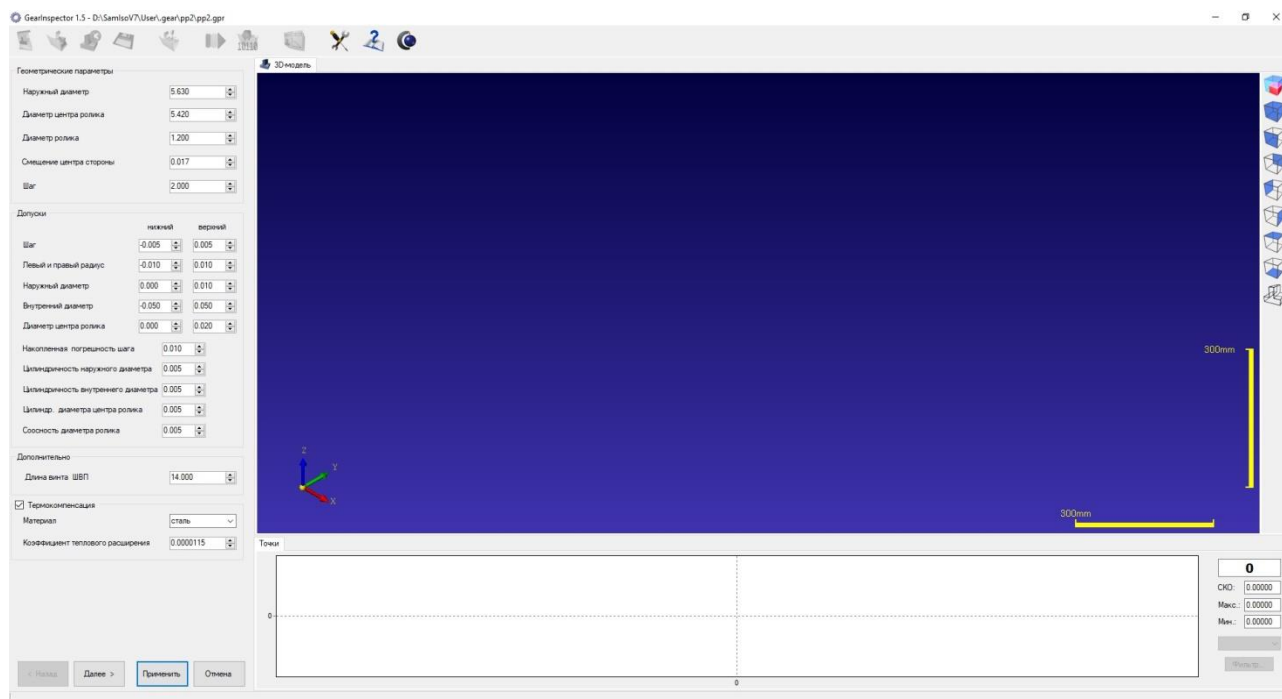


Рис.3.20.1-1. Окно задания параметров гайки ШВП

В окне задания параметров винта отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Наружный диаметр
 - Диаметр центра ролика
 - Диаметр ролика
 - Смещение центра стороны
 - Шаг
- **Допуски**
 - Шаг
 - Левый и правый радиус
 - Наружный диаметр
 - Внутренний диаметр
 - Диаметр центра ролика
 - Накопленная погрешность шага
 - Цилиндричность наружного диаметра
 - Цилиндричность внутреннего диаметра
 - Цилиндричность диаметра центра ролика
 - Соосность диаметра центра ролика

- **Дополнительно**
 - **Длина ШВП** – она нужна для правильной визуализации гайки
- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Кoeff. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры гайки ШВП и нажмите кнопку «Далее».

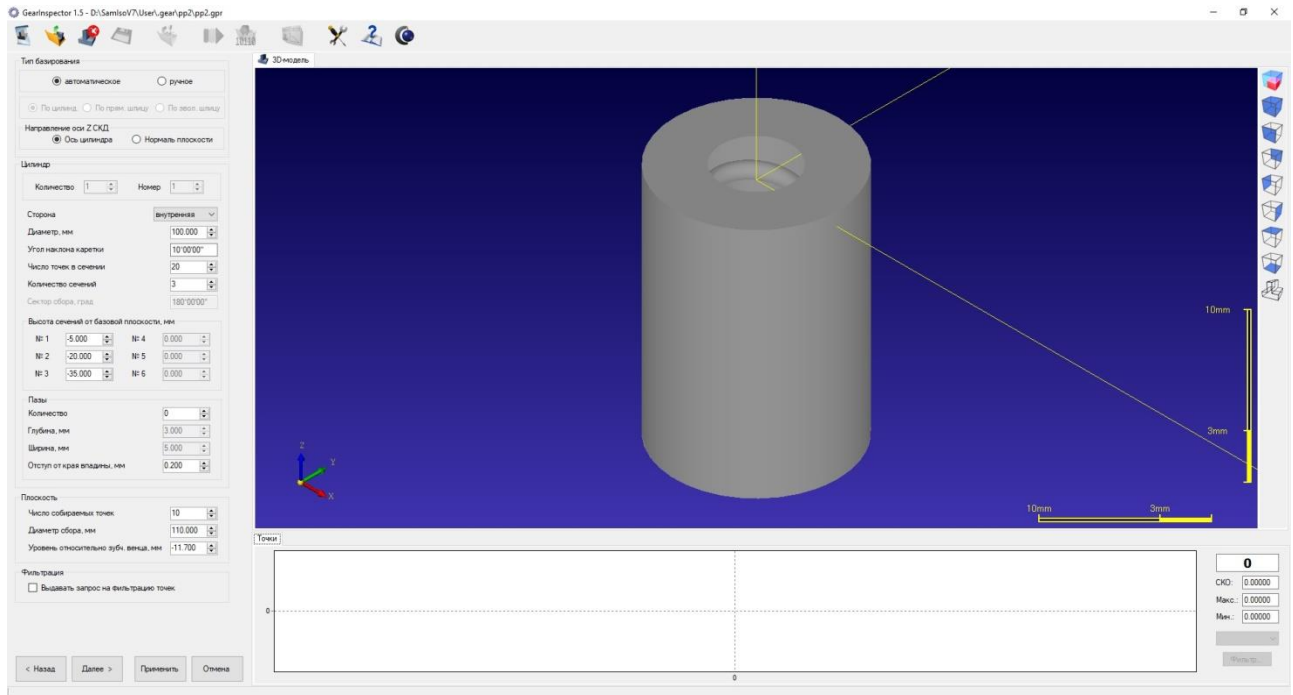


Рис.3.20.1-2. Окно задания параметров базирования гайки ШВП

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Окно задания параметров базирования почти аналогично окнам задания параметров базирования для других типов деталей (например, для цилиндрической шестерни).

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения гайки ШВП.

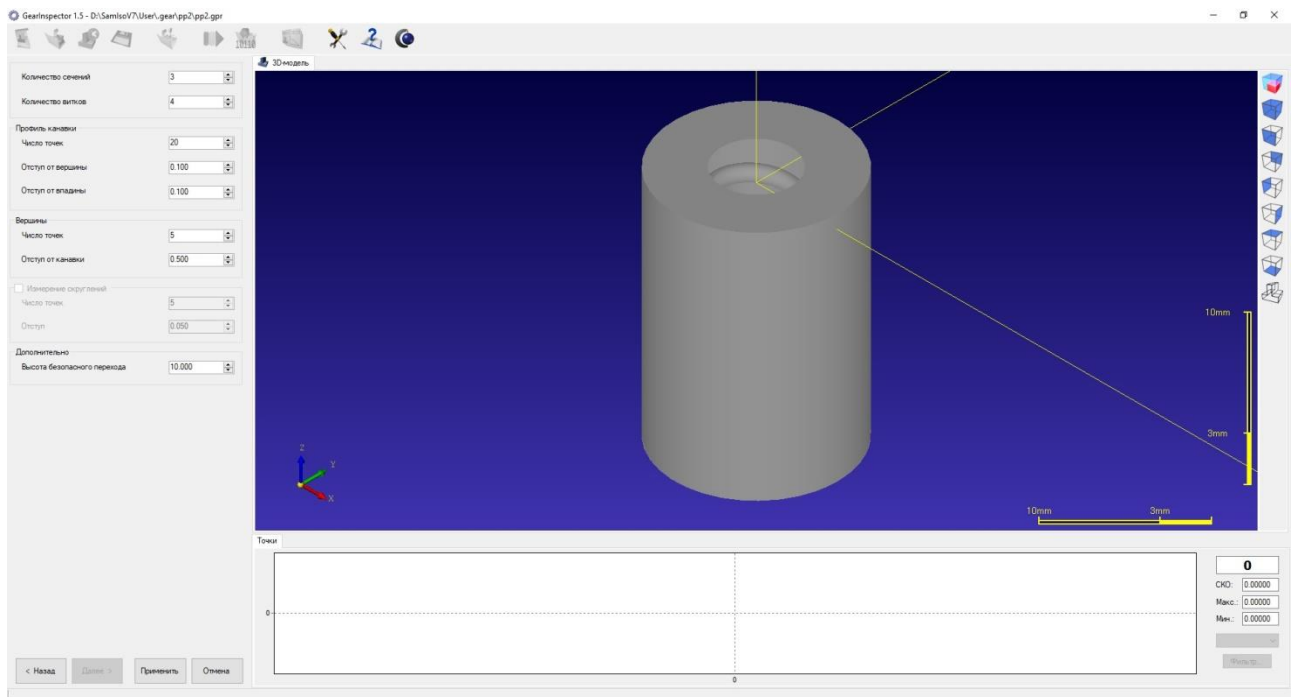


Рис.3.20.1-3. Окно задания параметров измерения гайки ШВП

Ниже приведено краткое описание параметров измерения гайки ШВП.

- **Общие параметры**
 - **Количество сечений** – количество сечений сбора вдоль оси гайки
 - **Количество витков**
- **Профиль канавки**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждой окружности нормального сечения канавки
 - **Отступ от вершины** – отступ от каждой из двух кромок вершин при сборе с двух сторон канавки
 - **Отступ от впадины** – отступ от каждой из двух кромок впадин при сборе с двух сторон канавки
- **Вершины**
 - **Число точек** – количество точек сбора с каждой вершины
 - **Отступ от канавки** – отступ от каждой из двух кромок при сборе с вершины
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода**

Параметры измерения скруглений заблокированы, но, при необходимости могут быть введены в систему.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «**Применить**».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.20.2](#).

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.20.2 Измерение гайки ШВП

ВНИМАНИЕ! Все параметры гайки, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством **GearInspector**, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Гайка ШВП устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Ось винта должна быть параллельна оси Z СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. По азимуту гайка должна быть установлена так, чтобы сечение XZ первой верхней впадины было как можно выше. Именно по нему будет производиться базирование по впадине.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z параллельна оси Z СКМ. Начало по Z совпадает с центром впадины, находящейся снизу от первой вершины. Именно по этой впадине и производится базирование по Z. При этом базировка по Z будет проходить по сечению XZ впадины.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм над центром гайки или справа над ее торцом (аналогично базировке по другим деталям, например, цилиндрической шестерне).

Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

После базировки по наружному цилиндру и верхнему торцу система попросит установить уже не вертикальный а Г-образный щуп Renishaw, который должен быть предварительно откалиброван в 8-х положениях:

0, 0; 0, 45; 0, 90; 0, 135; 0, 180; 0, -135; 0, -90; 0, -45. После нажатия Ок программа будет остановлена, после чего можно поставить этот Г-образный щуп, запустить нашу программу и, выбрав продолжение, - продолжить ее.

Система повернет щуп надлежащим образом и попросит поставить шарик внутрь первой канавки (справа). Затем будет грубое и точное базирование по окружности канавки.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

DMIS-программа предлагает измерить витки.

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

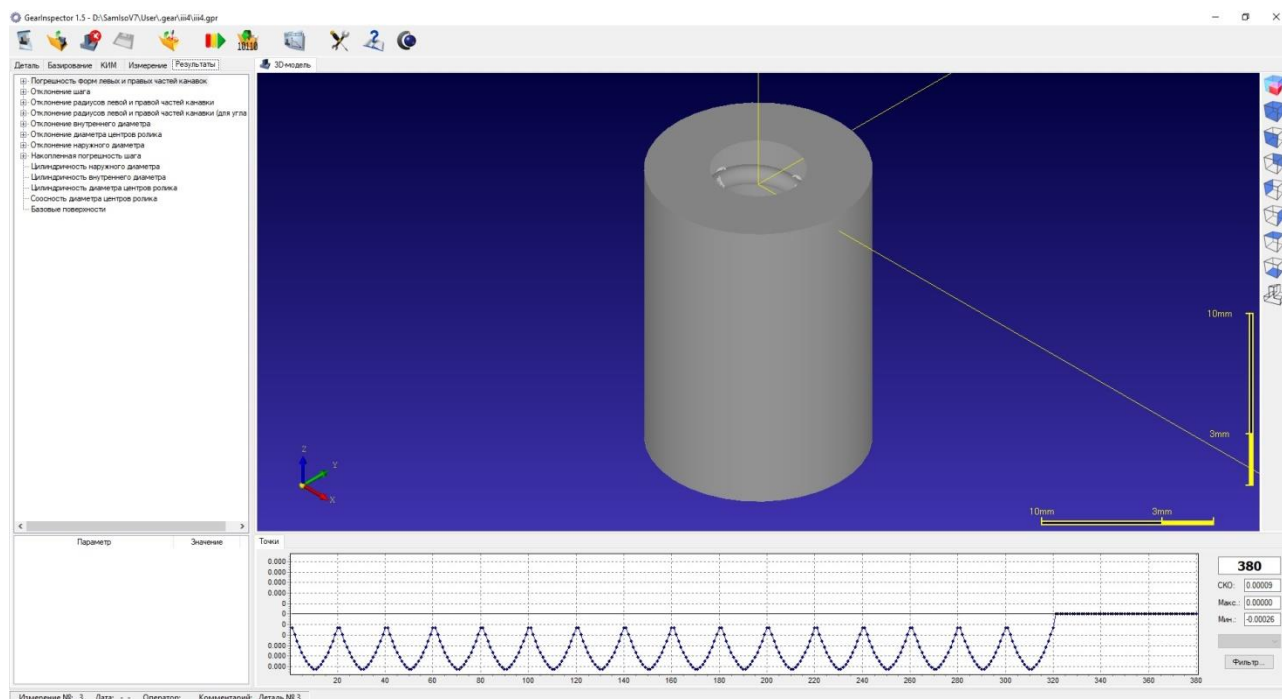
Следует иметь в виду, что для последнего витка каждого сечения вершины не измеряются. Это сделано по той причине, что, как правило, у гайки ШВП нет 2-х полноценных витков.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему *GearInspector* и нажмите кнопку «ОК».

3.20.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.

В процессе расчета дна канавки и центра вписанного ролика могут быть ошибки. Например, ролик невозможно вписать или окружность одного бока может лежать внутри окружности другого. В таких случаях в процессе расчета система выдает диагностические сообщения. На гистограммах столбики для соответствующих канавок будут закрашены в темно-красный цвет и эти значения не должны приниматься во внимание – они неверны.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Графики погрешностей формы канавок выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

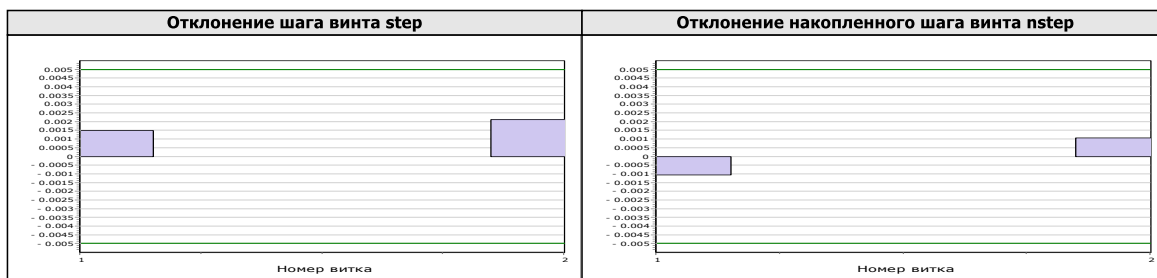
3.20.4 Отчет по результатам измерения

Пример отчета – см. рис. [3.20.4-1](#).

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Гайка ШВП с готическим профилем		
		Чертеж: test	Щуп: -	
КИМ-1200	-	Проект: test	Температура: 20.0 °C	
№ 74	Комментарий: Деталь № 3		Измерение №: 3	

Параметры		Базовый цилиндр	
Направление винта	правое	Диаметр, мм	
Шаг винта, мм	2.000	Среднеквадратичное отклонение, мм	
Наружный диаметр, мм	5.630	Цилиндричность, мм	
Диаметр окружности центра ролика, мм	5.420	Базовая плоскость	
Диаметр ролика, мм	1.200	Среднеквадратичное отклонение, мм	
Смещение центров сторон, мм	0.017	Цилиндричность, мм	
		Биение относительно базового цилиндра, мм	

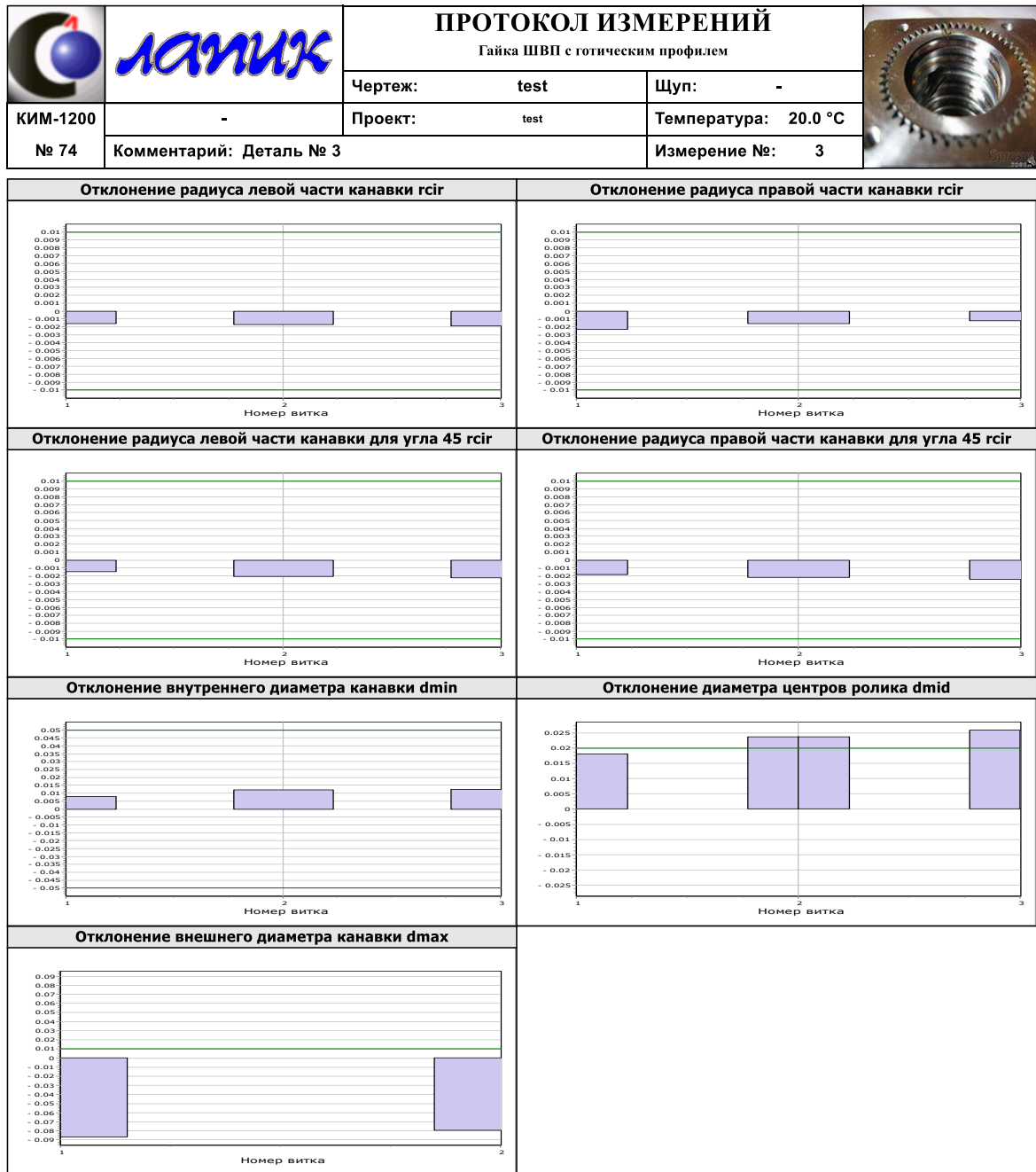
Показатели точности по чертежу		Номинал, мм	Допуск, мм	Фактич., мм	Ошибка, мм
Средний шаг	step	2.000		2.002	
Отклонение шага (max/min)			0.005 / -0.005	0.004 / 0.000	0.000 / 0.000
Средний радиус левой части канавки	rcir	0.624		0.621	
Отклонение радиуса левой части канавки (max/min)			0.010 / -0.010	-0.001 / -0.010	0.000 / 0.000
Средний радиус правой части канавки	rcir	0.624		0.621	
Отклонение радиуса правой части канавки (max/min)			0.010 / -0.010	-0.001 / -0.011	0.000 / -0.001
Средний радиус левой части канавки (для угла 45)	rcir	0.624		0.621	
Отклонение радиуса левой части канавки (45) (max/min)			0.010 / -0.010	-0.001 / -0.011	0.000 / -0.001
Средний радиус правой части канавки (для угла 45)	rcir	0.624		0.621	
Отклонение радиуса правой части канавки (45) (max/min)			0.010 / -0.010	-0.001 / -0.012	0.000 / -0.002
Средний внутренний диаметр	dmin	6.634		6.648	
Отклонение внутреннего диаметра (max/min)			0.050 / -0.050	0.030 / 0.000	0.000 / 0.000
Средний диаметр центров ролика	dmid	5.420		5.445	
Отклонение диаметра центров ролика (max/min)			0.020 / 0.000	0.036 / 0.000	0.016 / 0.000
Средний наружный диаметр	dmax	5.630		5.638	
Отклонение наружного диаметра (max/min)			0.010 / 0.000	0.106 / -0.087	0.096 / -0.087
Средняя накопленная погрешность шага винта	nstep			0.002	
Накопленная погрешность шага винта (max/min)			0.010	0.002 / 0.000	0.000
Цилиндричность внутреннего диаметра			0.005	0.004	0.000
Цилиндричность диаметра центров ролика			0.005	0.002	0.000
Цилиндричность наружного диаметра			0.005	0.000	0.000
Соосность диаметра центров ролика			0.005	0.006	0.001



Оператор: Яснецов А.Г.

Page 1 of 2

(Подпись)



Оператор: Яснецов А.Г.

Page 2 of 2

(Подпись)

Рис.3.20.4-1. Пример отчета по результатам измерений гайки ШВП

3.21 Контроль калибров и резьбовых соединений обсадных, насосно-компрессорных труб и труб для трубопроводов, калибров труб нефтяного сортамента

3.21.1 Создание резьбового калибра или резьбы

3.21.1.1 Создание резьбового калибра типа «Buttress», ОТТМ, ОТТГ

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьбовой калибр Buttress, ОТТМ и ОТТГ» на экране появится окно задания параметров резьбового калибра.

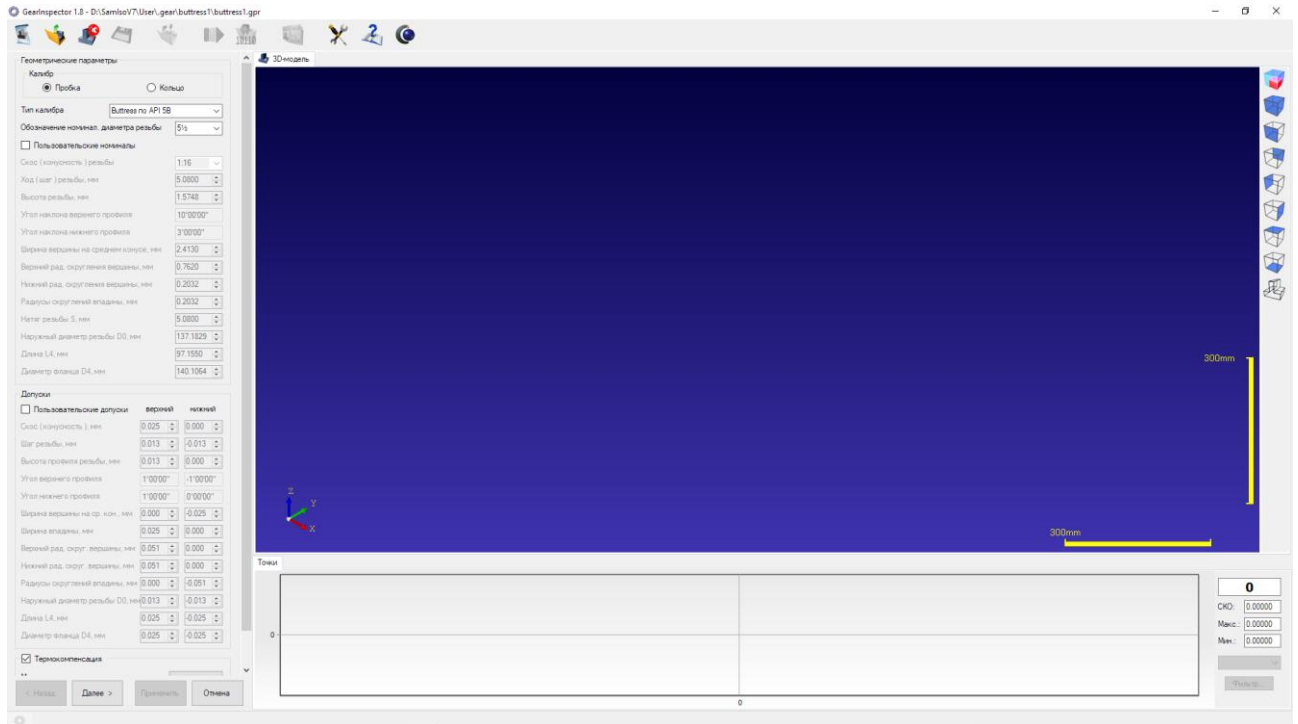


Рис.3.21.1.1-1. Окно задания параметров резьбового калибра

В окне задания параметров калибра отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Калибр-пробка или калибр-кольцо
 - Тип калибра (Buttress по API 5B, Buttress по ГОСТ 34057-2017, ОТТМ/ОТТГ по ГОСТ 25575-2014)
 - Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

Далее либо задаются пользовательские номиналы (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

- **Допуски**

Либо задаются пользовательские допуски (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для калибра-пробки типа «Buttress по ГОСТ 34057-2017» задаются:

<input type="checkbox"/> Фаска вместо нижнего радиуса скругл. вершин		Допуски	
Скос (конусность) резьбы	1:16	<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний нижний
Ход (шаг) резьбы, мм	1 5.0800	Скос (конусность), мм	0.025 0.000
Высота резьбы, мм	2 1.5750	Шаг резьбы, мм	0.013 -0.013
Угол наклона верхнего профиля	3 10°00'00"	Высота профиля резьбы, мм	0.013 0.000
Угол наклона нижнего профиля	4 3°00'00"	Угол профиля резьбы	2°00'00" -1°00'00"
Ширина вершины на среднем конусе, мм	5 2.4130	Угол верхнего профиля	1°00'00" -1°00'00"
Верхний рад. скругления вершины, мм	6 0.7600	Угол нижнего профиля	1°00'00" 0°00'00"
Нижний рад. скругления вершины, мм	7 0.2000	Ширина вершины на ср. кон., мм	0.000 -0.025
Радиусы скруглений впадины, мм	8 0.2000	Ширина впадины, мм	0.025 0.000
Натяг резьбы S, мм	9 5.0800	Верхний рад. скруг. вершины, мм	0.051 0.000
Внешний диаметр резьбы Do, мм	10 137.1830	Нижний рад. скруг. вершины, мм	0.051 0.000
Длина L4, мм	11 97.1550	Радиусы скруглений впадины, мм	0.000 -0.051
Диаметр фланца D4, мм	12 140.1100	Внешний диаметр резьбы Do, мм	0.013 -0.013
		Длина L4, мм	0.025 -0.025
		Диаметр фланца D4, мм	0.030 -0.030

Параметры аналогичны API 5B, только допускается фаска вместо нижнего радиуса скругления вершин.

В случае выбора фаски задается ее ширина и единственный радиус (верхнего скругления) вершин и допуски на них:

Радиус скругления вершины, мм	0.7600	Радиус скругления вершины, мм	0.051	0.000
Ширина фаски вершины, мм	0.2000	Радиусы скруглений впадины, мм	0.000	-0.051
		Ширина фаски вершины, мм	0.050	0.000

Для калибра-кольца типа «Buttress по ГОСТ 34057-2017» задаются:

<input type="checkbox"/> Фаски вместо радиусов скругл. вершин		Допуски	
Скос (конусность) резьбы	1:16	<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний нижний
Ход (шаг) резьбы, мм	1 5.0800	Скос (конусность), мм	-0.005 -0.030
Высота резьбы, мм	2 1.5750	Шаг резьбы, мм	0.020 -0.020
Угол наклона верхнего профиля	3 10°00'00"	Высота профиля резьбы, мм	0.013 0.000
Угол наклона нижнего профиля	4 3°00'00"	Угол профиля резьбы	2°00'00" -1°00'00"
Ширина впадины на среднем конусе, мм	5 2.6670	Угол верхнего профиля	1°00'00" -1°00'00"
Нижний рад. скругления впадины, мм	6 0.7600	Угол нижнего профиля	1°00'00" 0°00'00"
Верхний рад. скругления впадины, мм	7 0.2000	Ширина впадины на ср. кон., мм	0.025 0.000
Радиусы скруглений вершины, мм	8 0.2000	Ширина вершины, мм	0.000 -0.025
Натяг резьбы S, мм	9 5.0800	Нижний рад. скруг. впадины, мм	0.000 -0.051
Внешний диаметр резьбы Do, мм	10 137.1830	Верхний рад. скруг. впадины, мм	0.000 -0.051
Диаметр расточ. отверстия Q, мм	13 143.3000	Радиусы скруглений вершины, мм	0.051 0.000
Угол конуса расточ. отверстия	14 65°00'00"	Длина L4, мм	0.050 -0.050
Длина L4, мм	15 97.1550	Диаметр расточ. отверстия Q, мм	0.400 0.000

Параметры аналогичны API 5B, только допускается фаски вместо радиусов скругления вершин.

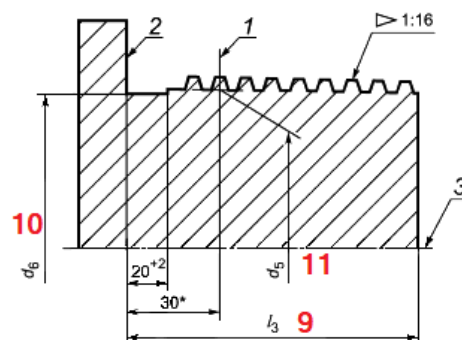
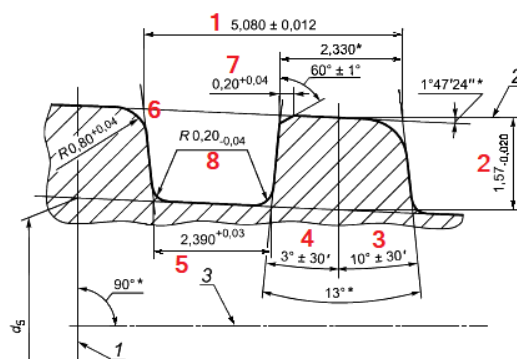
В случае выбора фасок задается их ширина и допуск на них:

Ширина фасок вершины, мм	0.2000	Ширина фасок вершины, мм	0.050	0.000
--------------------------	--------	--------------------------	-------	-------

Для калибра-пробки типа «ОТТМ или ОТТГ по ГОСТ 25575-2014» (Р или К-Р) задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:16
Ход (шаг) резьбы, мм	1 5.0800
Высота резьбы, мм	2 1.5700
Угол наклона верхнего профиля	3 10°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4 3°00'00"
Ширина впадины, мм	5 2.3900
Радиус скругления вершины, мм	6 0.8000
Ширина фаски вершины, мм	7 0.2000
Радиусы скруглений впадины, мм	8 0.2000
Расстояние l ₃ , мм	9 83.0000
Диаметр проточки d ₆ , мм	10 135.0000
Внутренний диаметр в осн. пл. d ₅ , мм	11 136.5000

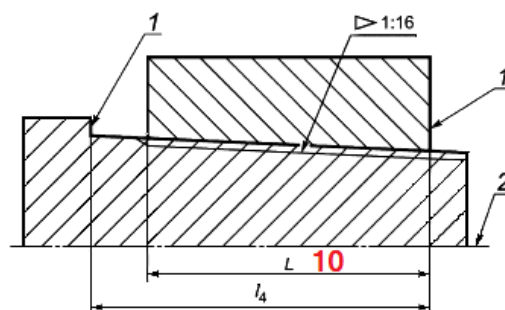
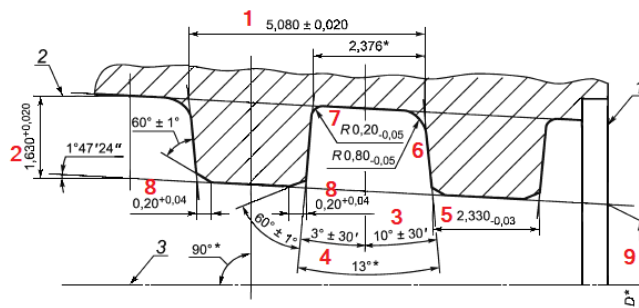
Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Шаг резьбы, мм	0.012	-0.012
Высота профиля резьбы, мм	0.000	-0.020
Угол верхнего профиля	0°30'00"	-0°30'00"
Угол нижнего профиля	0°30'00"	-0°30'00"
Ширина впадины, мм	0.030	0.000
Радиус скругления вершины, мм	0.040	0.000
Радиусы скруглений впадины, мм	0.000	-0.040
Ширина фаски вершины, мм	0.040	0.000
Расстояние l ₃ , мм	0.000	-2.200
Внутр. диаметр в осн. пл. d ₅ , мм	0.010	-0.010
Прямолин. сторон профиля, мм	0.003	0.000



Для калибра-кольца типа «ОТТМ или ОТТГ по ГОСТ 25575-2014» (Р или К-Р) задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:16
Ход (шаг) резьбы, мм	1 5.0800
Высота резьбы, мм	2 1.6300
Угол наклона верхнего профиля	3 10°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4 3°00'00"
Ширина вершины, мм	5 2.3300
Нижний рад. скругления впадины, мм	6 0.8000
Верхний рад. скругления впадины, мм	7 0.2000
Ширина фасок вершины, мм	8 0.2000
Внутренний диаметр резьбы D, мм	9 133.5000
Длина L, мм	10 70.0000

Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Шаг резьбы, мм	0.020	-0.020
Высота профиля резьбы, мм	0.020	0.000
Угол верхнего профиля	0°30'00"	-0°30'00"
Угол нижнего профиля	0°30'00"	-0°30'00"
Ширина вершины, мм	0.000	-0.030
Нижний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.050
Верхний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.050
Ширина фасок вершины, мм	0.040	0.000
Длина L, мм	0.000	-1.900
Разность нар. и внутр. диам., мм	-0.010	-0.035
Прямолин. сторон профиля, мм	0.003	0.000



- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Здесь и далее используются понятия «верхние», «нижние», «вершины», «впадины».

«Вершины» относятся к линейным участкам конуса вершин, «впадины» - к линейным участкам конуса впадин.

Деталь на КИМ при измерении располагается таким образом, что ось конуса для калибра-пробки направлена вниз, т.е. в направлении «-Z», а для калибра-кольца вверх, т.е. в «+Z». Ось конуса имеет направление от центра сечения с меньшим диаметром к центру сечения с большим диаметром. Таким образом, «верхние» или «нижние» участки профиля естественным образом соотносятся с ориентацией детали.

Задайте параметры резьбового калибра и нажмите кнопку «Далее».

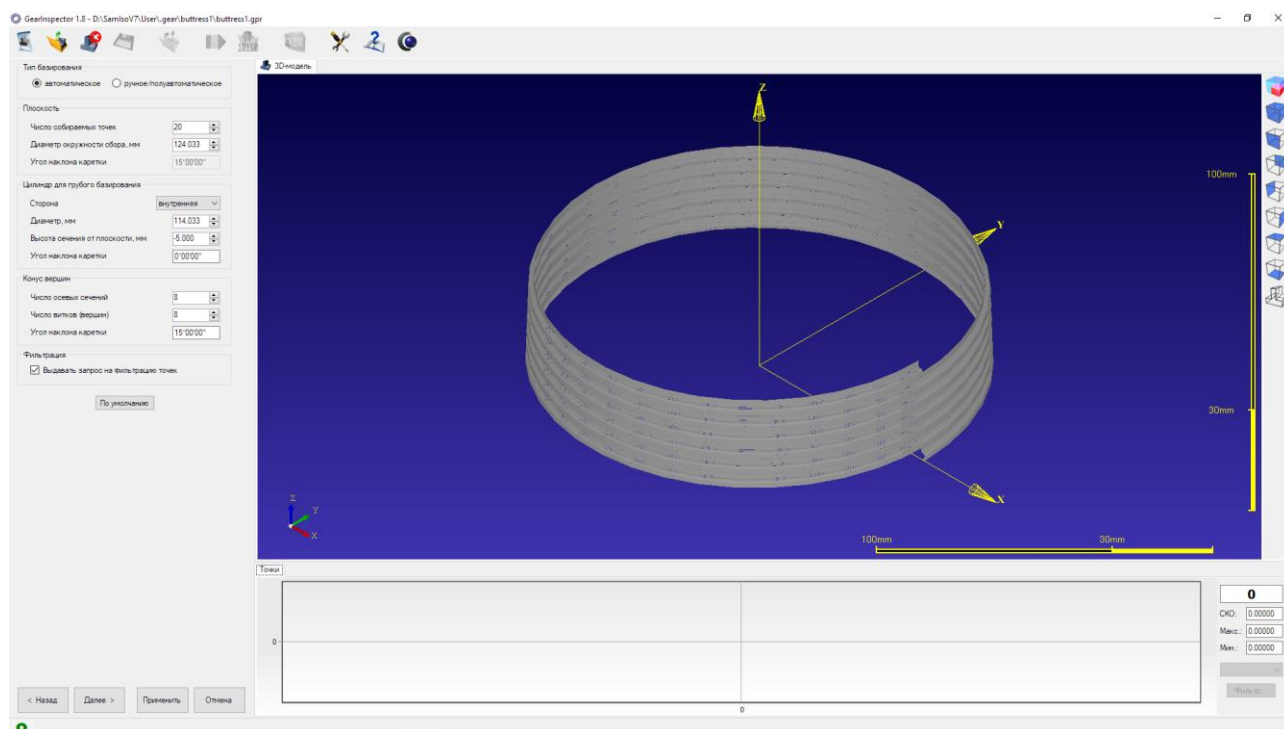


Рис.3.21.1.1-2. Окно задания параметров базирования резьбового калибра

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Окно задания параметров базирования используется для задания параметров процедуры автоматического или ручного/полуавтоматического базирования детали. Если автоматическое базирование не планируется, следует выбрать вариант «Ручное / Полуавтоматическое». В этом случае перед запуском измерительной программы необходимо установить систему координат детали вручную при помощи системы Samiso, либо после запуска программы произвести базирование в полуавтоматическом режиме, руководствуясь требованиями программы.

Если автоматическое базирование будет производить измерительная программа (рекомендуется), то необходимо скорректировать параметры базовых поверхностей.

Автоматическое базирование производится по верхней торцевой плоскости калибра, по грубому цилиндрическому отверстию (для калибра-пробки) или внешнему цилиндру (для калибра-кольца), затем по конусу вершин.

- **Плоскость**
 - **Число собираемых точек** (рекомендуется не менее 10-ти)
 - **Диаметр окружности сбора**
- **Цилиндр для грубого базирования (измеряются 4 точки).** В ручном / полуавтоматическом режиме базирования не задается.
 - **Сторона** – выбирается внешняя или внутренняя сторона цилиндра
 - **Диаметр**
 - **Высота сечения от плоскости** – задается отрицательное число (рекомендуется: —5 мм)
 - **Угол наклона каретки** (рекомендуется задавать для щупов с диаметром шарика < 2 мм в случае значительного удаления сечения от плоскости)
- **Конус вершин**
 - **Число осевых сечений** (рекомендуется не менее 4-х)
 - **Число витков (вершин)** (рекомендуется использовать все полные витки)
 - **Угол наклона каретки** (рекомендуется 15 градусов)
- **Фильтрация** – определяет, будет ли после измерения базовой плоскости и конуса вершин, а также после последующих измерения нижней плоскости и конуса впадин выдаваться запрос о фильтрации измеренных точек
- **По умолчанию** – возвращает все параметры в значения по умолчанию

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения резьбового калибра.

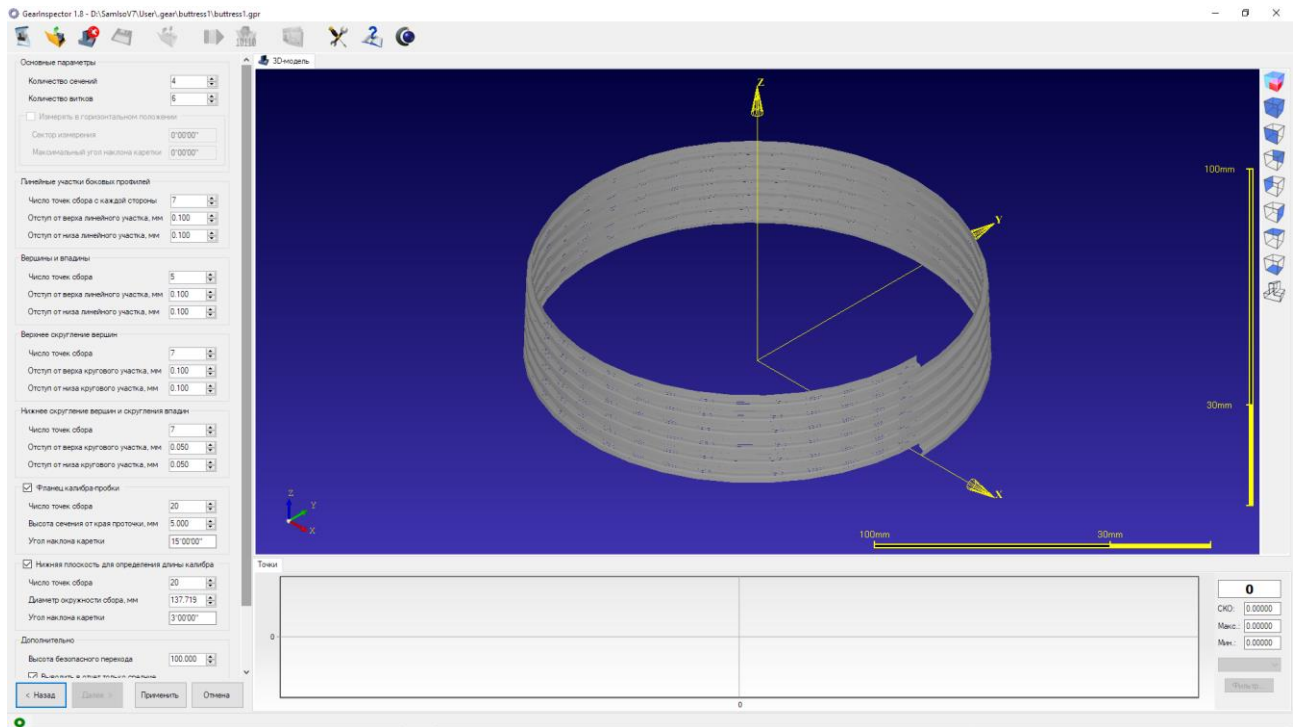


Рис.3.21.1.1-3. Окно задания параметров измерения резьбового калибра

Ниже приведено краткое описание параметров измерения резьбового калибра.

- **Общие параметры**
 - **Количество сечений** – количество осевых сечений сбора, задается в интервале от 4-х до 8-ми (рекомендуется 4)
 - **Количество витков** – рекомендуется использовать все полные витки
- **Линейные участки боковых профилей**
 - **Число точек сбора с каждой стороны** – количество точек сбора с верхних и нижних сторон профиля резьбы (рекомендуется 7)
 - **Отступ от верха линейного участка** – отступ от соседнего кругового участка (фаски) вершины (рекомендуется 0,1)
 - **Отступ от низа линейного участка** – отступ от соседнего кругового участка впадины (рекомендуется 0,1)
- **Вершины и впадины**
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждой вершины (рекомендуется 5)
 - **Отступ от верха линейного участка** – отступ от соседнего верхнего кругового участка (фаски) вершины (впадины) (рекомендуется 0,1)
 - **Отступ от низа линейного участка** – отступ от соседнего нижнего кругового участка (фаски) вершины (впадины) (рекомендуется 0,1)
- **Верхнее скругление вершин (верхняя фаска)**
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого верхнего кругового участка (фаски) вершины (рекомендуется 7)
 - **Отступ от верха кругового участка** – отступ от соседней нижней боковой стороны профиля (рекомендуется 0,1)

- **Отступ от низа кругового участка** – отступ от соседнего линейного участка вершины (рекомендуется 0,1)
- **Нижнее скругление вершин (нижняя фаска) и скругления впадин**
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого нижнего кругового участка вершины (фаски) и с каждого верхнего и нижнего круговых участков впадины (рекомендуется 7)
 - **Отступ от верха кругового участка** – отступ от соседнего линейного участка вершины (соседней нижней боковой стороны профиля) (рекомендуется 0,05)
 - **Отступ от низа кругового участка** – отступ от соседней нижней (верхней) боковой стороны профиля (рекомендуется 0,05)
- **Фланец калибра-пробки** – задается только для калибров-пробок типа Buttress
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности цилиндра фланца (рекомендуется 20)
 - **Высота сечения от края проточки** – расстояние от верхнего края цилиндрической проточки, расположенной ниже фланца (рекомендуется 5 мм) (рекомендуется 5)
 - **Угол наклона каретки** (рекомендуется 15 градусов)
- **Нижняя плоскость для определения длины калибра**
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности нижней плоскости (рекомендуется 20)
 - **Диаметр окружности сбора** – диаметр окружности нижней плоскости (рекомендуется на 2-5 мм меньше диаметра фланца)
 - **Угол наклона каретки** (рекомендуется 3 градуса)
- **Паз на плоскости** – задается только для калибров типа ОТТМ, ОТТГ для ограничения сектора сбора с нижней плоскости

☒ Паз на плоскости

Ширина паза, мм	10.000
Азимут паза в плоскости XY	0°00'00"
Отступ от паза, мм	0.000

- **Ширина паза**
- **Азимут паза в плоскости XY** – задается в интервале от 0 до 180 градусов, азимут 0 соответствует оси X, азимут 90 – оси Y
- **Отступ от паза**

Точки с нижней плоскости будут измеряться в секторе с учетом ширины паза и отступа от него. Можно отступ не задавать (0), тогда надо задать заведомо большую ширину паза.

- **Расточенное отверстие калибра-кольца** – задается только для калибров-колец типа Buttress

☒ Расточенное отверстие калибра - кольца

Число точек сбора	20
Уровень сечения от баз. плоскости, мм	-0.500
Угол наклона каретки	15°00'00"

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности конической проточки (рекомендуется 20)

- **Уровень сечения от баз. плоскости** – задается отрицательное число, определяющее расстояние от базовой плоскости до измеряемого сечения расточенного отверстия (рекомендуется: -0,5 мм)
- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода** (рекомендуется 100)
 - **Выводить в отчет только средние** – при отключении этой галочки в отчет будут выведены (кроме средних) максимальные и минимальные значения некоторых контролируемых параметров
 - **Автоматическая фильтрация точек** – задает автоматическую фильтрацию измеренных точек после нажатия кнопки «Загрузить результаты измерения»
- **По умолчанию** – возвращает все параметры в значения по умолчанию

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «**Применить**».

3.21.1.2 Создание резьбы типа «Buttress», ОТТМ, ОТТГ

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьба Buttress, ОТТМ и ОТТГ» на экране появится окно задания параметров резьбы.

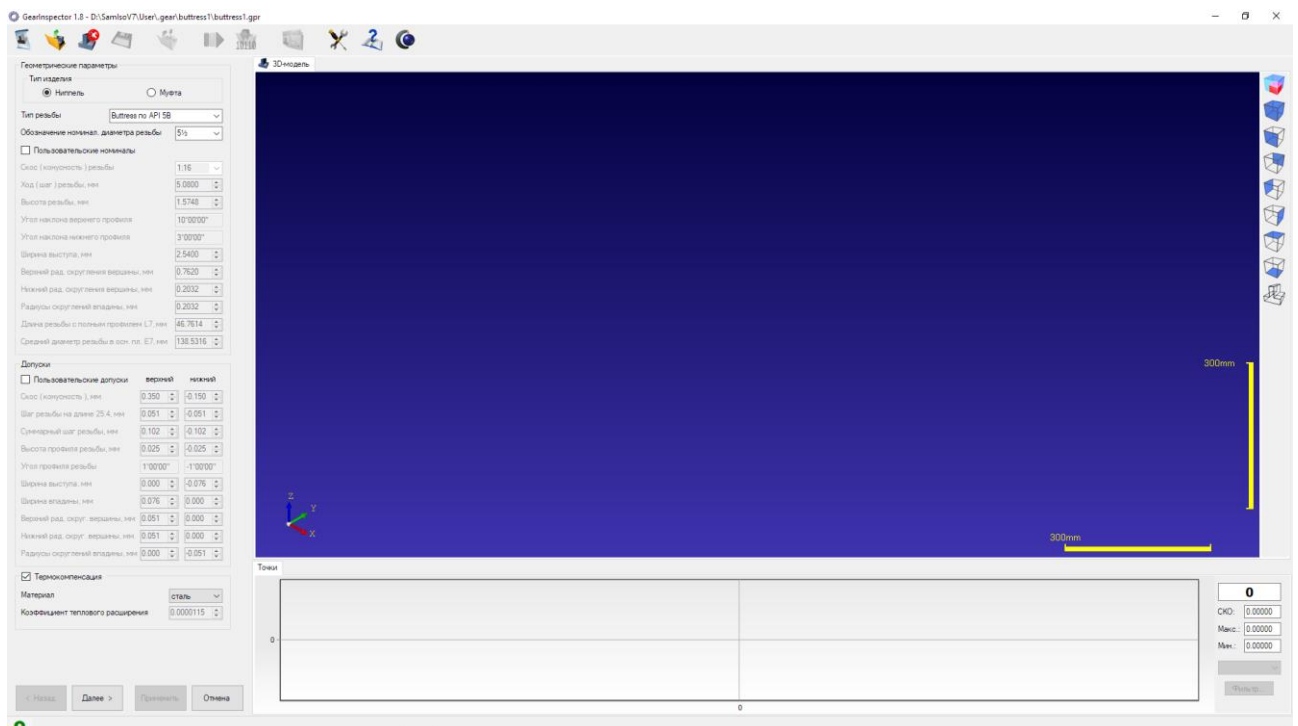


Рис.3.21.1.2-1. Окно задания параметров резьбы

В окне задания параметров резьбы отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Ниппель или муфта
 - Тип резьбы (Buttress по API 5B, Buttress по ГОСТ 34057-2017, OTTM/OTTG по ГОСТ 25575-2014)

- **Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)**

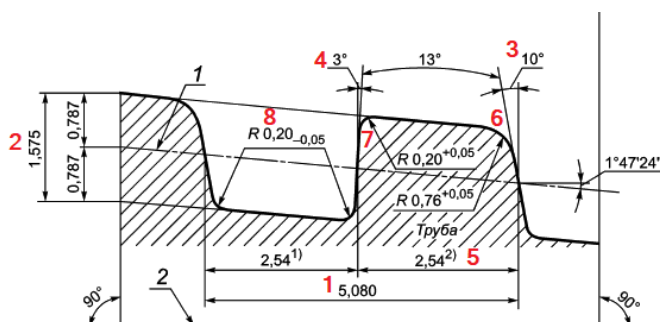
Далее либо задаются пользовательские номиналы (если резьба нестандартная), либо используются значения из соответствующего стандарта.

• Допуски

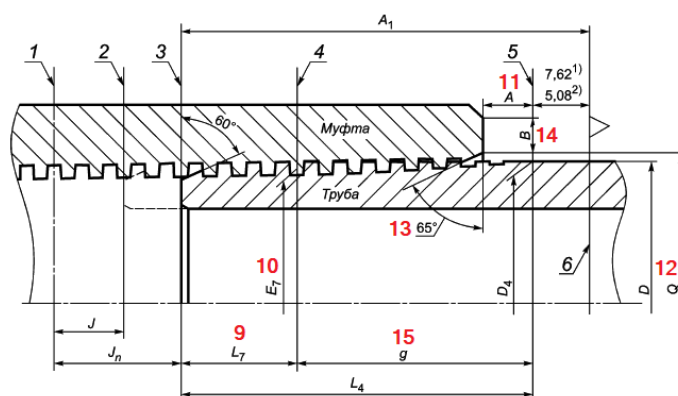
Либо задаются пользовательские допуски (если резьба нестандартная), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для ниппеля типа «Buttress по API 5B» задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	5.0800
Высота профиля резьбы, мм	2	1.5748
Угол наклона верхнего профиля	3	10°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4	3°00'00"
Ширина выступа, мм	5	2.5400
Верхний рад. скругления вершины, мм	6	0.7620
Нижний рад. скругления вершины, мм	7	0.2032
Радиусы скруглений впадины, мм	8	0.2032
Длина резьбы с полным профилем L7, мм	9	64.2239
Средний диаметр резьбы в О.П. E7, мм	10	271.8816

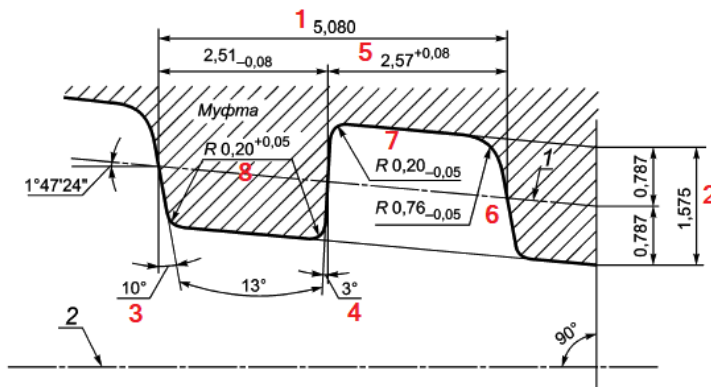


Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.350	-0.150
Шаг резьбы на длине 25.4, мм	0.051	-0.051
Суммарный шаг резьбы, мм	0.102	-0.102
Высота профиля резьбы, мм	0.025	-0.025
Угол профиля резьбы	1°00'00"	-1°00'00"
Ширина выступа, мм	0.000	-0.076
Ширина впадины, мм	0.076	0.000
Верхний рад. скруг. вершины, мм	0.051	0.000
Нижний рад. скруг. вершины, мм	0.051	0.000
Радиусы скруглений впадины, мм	0.000	-0.051
Средн. диам. резьбы в О.П. E7, мм	0.000	0.000
Овальность резьбы, мм	0.000	0.000



Для муфты типа «Buttress по API 5B» задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	5.0800
Высота профиля резьбы, мм	2	1.5748
Угол наклона верхнего профиля	3	10°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4	3°00'00"
Ширина впадины, мм	5	2.5654
Нижний рад. скругления впадины, мм	6	0.7620
Верхний рад. скругления впадины, мм	7	0.2032
Радиусы скруглений вершины, мм	8	0.2032
Натяг резьбы A, мм	11	5.0800
Диаметр расточ. отверстия Q, мм	12	143.2560
Угол конуса расточ. отверстия	13	65°00'00"
Длина муфты LM, мм		224.3100
Длина резьбы с полным профилем L7, мм	9	46.7614
Расст. от О.П. до плоск. выхода резьбы	15	50.3936
Средний диаметр резьбы в О.П. E7, мм	10	138.5316
Наружный диаметр муфты DM, мм		151.1960
Ширина торцевой плоскости B, мм	14	3.9700



Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.450	-0.250
Шаг резьбы на длине 25.4, мм	0.051	-0.051
Суммарный шаг резьбы, мм	0.102	-0.102
Высота профиля резьбы, мм	0.025	-0.025
Угол профиля резьбы	1°00'00"	-1°00'00"
Ширина впадины, мм	0.076	0.000
Ширина выступа, мм	0.000	-0.076
Нижний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.051
Верхний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.051
Радиусы скруглений вершины, мм	0.051	0.000
Длина муфты LM, мм	0.000	0.000
Средн. диам. резьбы в О.П. E7, мм	0.000	0.000
Овальность резьбы, мм	0.000	0.000
Соосн. резьб обоих концов, мм	0.787	0.000
Соосн. резьб об. конц. на 1 м, мм	3.125	0.000

Для ниппеля типа «Buttress по ГОСТ 34057-2017» задаются:

Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Скос (конусность) резьбы	1:16	
Ход (шаг) резьбы, мм	1 5.0800	
Высота резьбы, мм	2 1.5750	
Угол наклона верхнего профиля	3 10°00'00"	
Угол наклона нижнего профиля	4 3°00'00"	
Ширина выступа, мм	5 2.5400	
Верхний рад. скругления вершины, мм	6 0.7600	
Нижний рад. скругления вершины, мм	7 0.2000	
Радиусы скруглений впадины, мм	8 0.2000	
Длина резьбы с полным профилем L7, мм	9 46.7600	
Средний диаметр резьбы в осн. пл. E7, мм	10 138.5320	

Параметры аналогичны API 5B.

Для муфты типа «Buttress по ГОСТ 34057-2017» задаются:

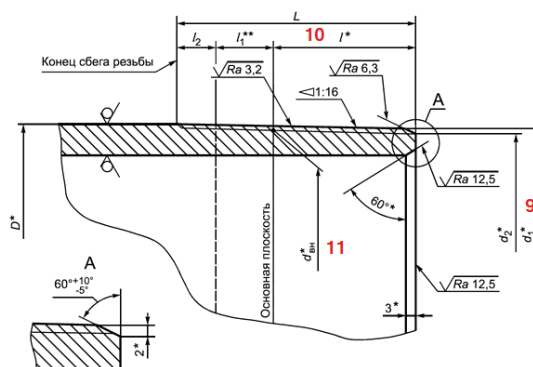
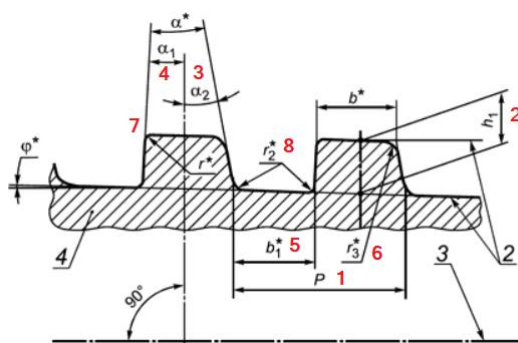
Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Скос (конусность) резьбы	1:16	
Ход (шаг) резьбы, мм	1 5.0800	
Высота профиля резьбы, мм	2 1.5750	
Угол наклона верхнего профиля	3 10°00'00"	
Угол наклона нижнего профиля	4 3°00'00"	
Ширина впадины, мм	5 2.5700	
Нижний рад. скругления впадины, мм	6 0.7600	
Верхний рад. скругления впадины, мм	7 0.2000	
Радиусы скруглений вершины, мм	8 0.2000	
Натяг резьбы A, мм	11 5.0800	
Диаметр расточ. отверстия Q, мм	12 143.2600	
Угол конуса расточ. отверстия	13 65°00'00"	
Длина муфты LM, мм	234.3100	
Длина резьбы с полным профилем L7, мм	9 46.7600	
Раст. от О.П. до плоск. выхода резьбы, мм	15 50.3940	
Средний диаметр резьбы в О.П. E7, мм	10 138.5320	
Наружный диаметр муфты DM, мм	153.2000	
Ширина торцевой плоскости B, мм	14 3.9700	

Параметры аналогичны API 5B.

Для ниппеля типа «OTTM по ГОСТ 33758-2016» задаются:

Скос (конусность) резьбы	1 :	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	5.0800
Высота профиля резьбы, мм	2	1.6000
Угол наклона верхнего профиля	3	10°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4	3°00'00"
Ширина впадины, мм	5	2.4300
Верхний рад. скругления вершины, мм	6	0.8000
Нижний рад. скругления вершины, мм	7	0.2000
Радиус скруглений впадины, мм	8	0.2000
Наружный диаметр резьбы d1, мм	9	136.7000
Длина резьбы с полным профилем l, мм	10	48.0000
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	11	136.5000

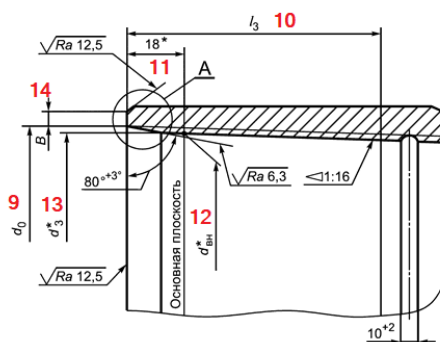
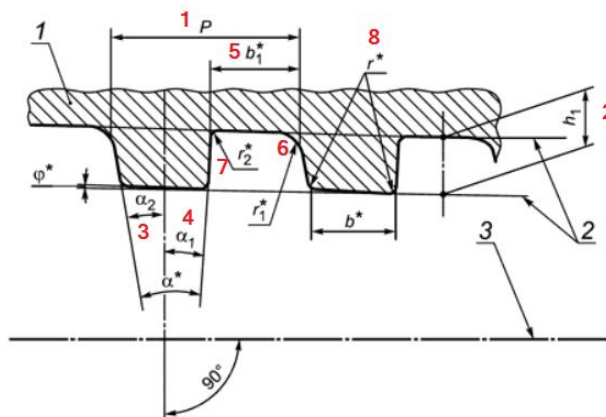
Допуски		верхний	нижний
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски			
Скос (конусность), мм	0.250	0.000	
Шаг резьбы на длине 25,4 мм	0.050	-0.050	
Шаг на всей длине резьбы, мм	0.100	-0.100	
Высота профиля резьбы, мм	0.030	-0.030	
Угол верхнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"	
Угол нижнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"	
Ширина впадины, мм	0.050	0.000	
Верхний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000	
Нижний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000	
Радиус скруглений впадины, мм	0.000	-0.050	
Внутр. диаметр резьбы в О.П., мм	0.000	0.000	
Овальность резьбы, мм	0.000	0.000	



Для муфты типа «ОТТМ по ГОСТ 33758-2016» задаются:

Скос (конусность) резьбы	1	:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	5.0800	
Высота профиля резьбы, мм	2	1.6000	
Угол наклона верхнего профиля	3	10°00'00"	
Угол наклона нижнего профиля	4	3°00'00"	
Ширина впадины, мм	5	2.4300	
Нижний рад. скругления впадины, мм	6	0.8000	
Верхний рад. скругления впадины, мм	7	0.2000	
Радиусы скруглений вершины, мм	8	2.0000	
Диаметр фаски в плоскости торца d0, мм	9	141.9000	
Длина муфты LM, мм		194.0000	
Длина резьбы с толстым профилем l3, мм	10	82.0000	
Расстояние от торца до О.П., мм	11	18.0000	
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	12	136.5000	
Наружный диаметр муфты DM, мм		150.9000	
Внутр. диаметр в плоскости торца d3, мм	13	137.6250	
Ширина торцовой плоскости В, мм	14	3.5000	

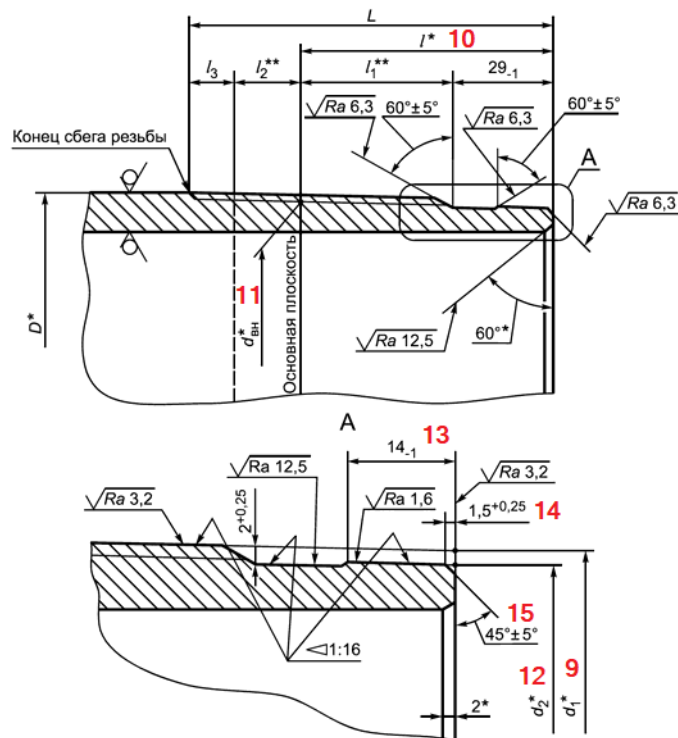
Допуски		верхний	нижний
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски			
Скос (конусность), мм		0.050	-0.250
Шаг резьбы на длине 25,4 мм		0.000	-0.050
Шаг на всей длине резьбы, мм		0.100	-0.100
Высота профиля резьбы, мм		0.030	-0.030
Угол верного профиля		1°00'00"	-1°00'00"
Угол нижнего профиля		1°00'00"	-1°00'00"
Ширина впадины, мм		0.050	0.000
Нижний рад. скруг. впадины, мм		0.000	-0.050
Верхний рад. скруг. впадины, мм		0.000	-0.050
Радиусы скругленной вершины, мм		0.050	0.000
Длина муфты L _М , мм		0.000	0.000
Внутр. диаметр резьбы в О.П., мм		0.000	0.000
Овальность резьбы, мм		0.000	0.000
Соосн. резьб об. конц. мм		0.750	0.000
Соосн. резьб об. конц. на 1 мм		3.000	0.000



Для ниппеля типа «ОТТГ по ГОСТ 33758-2016» задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	5.0800
Высота профиля резьбы, мм	2	1.6000
Угол наклона верхнего профиля	3	10°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4	3°00'00"
Ширина впадины, мм	5	2.4300
Верхний рад. скругления вершины, мм	6	0.8000
Нижний рад. скругления вершины, мм	7	0.2000
Радиусы скруглений впадины, мм	8	0.2000
Наружный диаметр резьбы d1, мм	9	135.2000
Расст. от торца до осн. плоскости l, мм	10	72.0000
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	11	136.5000
Диаметр конической проточки d2, мм	12	131.4000
Длина уплотн. конической проточки, мм	13	14.0000
Ширина фаски на торце, мм	14	1.5000
Угол фаски на торце	15	45°00'00"

Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.150	0.000
Шаг резьбы на длине 25.4, мм	0.050	-0.050
Шаг на всей длине резьбы, мм	0.100	-0.100
Высота профиля резьбы, мм	0.030	-0.030
Угол верхнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Угол нижнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Ширина впадины, мм	0.050	0.000
Верхний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000
Нижний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000
Радиусы скруглений впадины, мм	0.000	-0.050
Внутр. диаметр резьбы в О.П., мм	0.000	0.000
Диаметр конич. проточки d2, мм	0.000	0.000
Ширина фаски на торце, мм	0.250	0.000
Угол фаски на торце	5°00'00"	-5°00'00"
Откл. от конусности проточки, мм	0.030	-0.030
Перп. упорных эл-тов к оси, мм	0.060	0.000
Соосность упорн. эл-тов, мм	0.040	0.000
Овальность резьбы, мм	0.000	0.000



- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры резьбы и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения резьбы, отличающееся от окна на рис. [3.21.1.1-3](#) отсутствием возможности измерения дополнительных геометрических параметров (кроме ОТТГ) и наличием возможности измерения резьбы в горизонтальном положении.

Основные параметры

Количество сечений: 5

Количество витков: 3

☐ Измерять в горизонтальном положении

Сектор измерения: 0°00'00"

Максимальный угол наклона каретки: 15°00'00"

Ориентация детали: -Y

Линейные участки боковых профилей

Число точек сбора с каждой стороны: 7

Отступ от верха линейного участка, мм: 0.100

Отступ от низа линейного участка, мм: 0.100

Вершины и впадины

Число точек сбора: 5

Отступ от верха линейного участка, мм: 0.100

Отступ от низа линейного участка, мм: 0.100

Верхнее скругление вершин

Число точек сбора: 7

Отступ от верха кругового участка, мм: 0.100

Отступ от низа кругового участка, мм: 0.100

Нижнее скругление вершин и скругления впадин

Число точек сбора: 7

Отступ от верха кругового участка, мм: 0.050

Отступ от низа кругового участка, мм: 0.050

☒ Уплотнительная коническая проточка

Число сечений: 4

Число точек в сечении: 20

Отступ от верхнего края, мм: 0.100

Отступ от нижнего края, мм: 0.100

Угол наклона каретки: 0°00'00"

☒ Фаска на торце

Число сечений: 1

Число точек в сечении: 20

Отступ от верхнего края, мм: 0.100

Отступ от нижнего края, мм: 0.100

- **Измерять в горизонтальном положении** – используется для измерения длинных ниппелей (труб), которые невозможно измерить вертикально из-за ограничений измерительной зоны КИМ по оси Z. Муфты в горизонтальном положении не измеряются.

- **Сектор измерения** – угол сектора, в котором производятся измерения сечений профиля резьбы и дополнительных геометрических параметров (если необходимо). Сектор трубы расположен симметрично относительно оси Z, т.е. границы сектора измерения составляют с осью Z угол, равный половине угла сектора измерения. Трубы контролируются в секторе 210° (для диаметра до 400 мм) и 180° (для диаметра свыше 400 мм до 800 мм).

- **Максимальный угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки вокруг оси X при измерении профиля резьбы и тех геометрических параметров, для которых угол наклона не задается отдельно. Рекомендуется задать значение 15°.

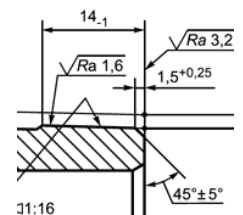
- **Ориентация детали** – задает ориентацию ниппеля (трубы) в горизонтальной плоскости: «+X», «-X», «+Y», «-Y». Ориентация понимается как направление в сторону вершины конуса резьбы.

Для ниппеля ОТТГ дополнительно задаются следующие параметры измерения.

- **Уплотнительная коническая проточка** – задает измерение уплотнительной конической проточки ниппеля диаметром d_2 и длиной 14 мм.

- **Число сечений** – число торцовых сечений конической проточки

- **Число точек в сечении** – число точек в каждом сечении измерения конической проточки



- **Отступ от верхнего края** – расстояние от торца до 1-го сечения
- **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края проточки (расположенного на расстоянии 14 мм от торца) до последнего сечения
- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при использовании щупов диаметром менее 2 мм. Рекомендуется задать значение 15°.
- **Фаска на торце** – задает измерение наружной фаски на торце шириной 1,5 мм и углом 45°.
 - **Число сечений** – число осевых сечений фаски (возможно 1 сечение)
 - **Число точек в сечении** – число точек в каждом сечении измерения фаски
 - **Отступ от верхнего края** – расстояние от торца до самой верхней измеряемой точки в каждом сечении измерения фаски
 - **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края фаски до самой нижней измеряемой точки в каждом сечении измерения фаски

Для муфт дополнительно задаются следующие параметры измерения.

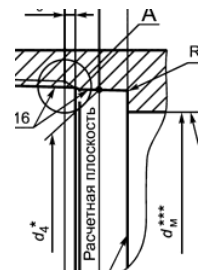
<input checked="" type="checkbox"/> Нижняя плоскость для определения длины муфты	
Число точек сбора	20
Диаметр окружности сбора, мм	230.300
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Уплотнительная коническая расточка	
Число сечений	4
Число точек в сечении	20
Отступ от верхнего края, мм	1.000
Отступ от нижнего края, мм	1.000
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Упорный уступ	
Число точек сбора	20
Отступ от конической расточки, мм	1.000
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Скругление между уплотнением и уступом	
Число сечений	4
Число точек в сечении	20
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Вершины витков резьбы с другого конца	
Число сечений	4
Число витков	6
Число точек на вершине	5
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	15°00'00"

● Нижняя плоскость для определения длины муфты

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности нижней плоскости (рекомендуется 3)
- **Диаметр окружности сбора** – диаметр окружности нижней плоскости (рекомендуется на 2-5 мм меньше диаметра фланца)
- **Угол наклона каретки** (рекомендуется 15 градусов)

● **Уплотнительная коническая расточка** (только для муфт ОТТГ) – задает измерение уплотнительной конической расточки муфты, через которую проходит расчетная плоскость диаметром d_4 .

- **Число сечений** – число торцовых сечений конической расточки
- **Число точек в сечении** – число точек в каждом сечении измерения конической расточки
- **Отступ от верхнего края** – расстояние от верхнего края расточки (на расстоянии l_5 от торца) до 1-го сечения
- **Отступ от нижнего края** – расстояние от упорного уступа муфты до последнего сечения
- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол



наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15°.

- **Упорный уступ** (только для муфт ОТТГ) – задает измерение плоскости упорного уступа муфты, расположенного на расстоянии L_1 мм от торца
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности плоскости упорного уступа
 - **Отступ от конической расточки** – расстояние от стенки уплотнительной конической расточки муфты до окружности сбора точек с плоскости упорного уступа. Таким образом, этот отступ определяет радиус окружности. Радиус


- щупа автоматически добавляется программой к величине отступа от конической расточки.
- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15°.
 - **Скругление между уплотнением и уступом** (только для муфт ОТТГ) – задает измерение скругления между уступом и уплотнительной конической расточкой с номинальным радиусом 0,8 max
 - **Число сечений** – количество осевых сечений измерения скругления
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого сечения измерения скругления
 - **Отступ от верхнего края** – расстояние от верхнего края скругления (определяется точкой сопряжения скругления и уплотнительной конической расточки) до самой верхней измеряемой точки в каждом сечении измерения скругления
 - **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края скругления (определяется точкой сопряжения скругления с плоскостью упорного уступа) до самой нижней измеряемой точки в каждом сечении измерения скругления
 - **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15°.
 - **Вершины витков резьбы с другого конца** – задает измерение вершин витков с резьбы муфты, расположенной на противоположном ее конце.
 - **Число сечений**
 - **Число витков**
 - **Число точек на вершине**
 - **Отступ от верхнего края**
 - **Отступ от нижнего края**
 - **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15°.

Для всех типов резьб задаются следующие дополнительные параметры.

● Дополнительно

- **Расчет радиусов как вписанных в профиль** – задает программе метод расчета радиусов скруглений вершин и впадин профиля резьбы таким образом, чтобы дуга скругления проходила через измеренные точки касательно соседним стороне профиля и вершине (впадине). Рекомендуется включить при заданном в конструкторской документации условии минимума (максимума) материала
- **Сохранять профили в файлы** – задает сохранение точек, измеренных с профиля резьбы (сторон профиля, вершин, впадин, скруглений, фасок) в текстовые файлы. Каждое сечение профиля сохраняется в свой файл с именем «profile_N.txt», где N – номер сечения. Если включена галочка «Формат для загрузки в Samiso», то точки в файл будут записаны в формате, пригодном для последующей их загрузки в систему Samiso, иначе точки записываются в формате: одна точка (координаты X, Y, Z через пробел) на строку. По умолчанию файлы с

точками сохраняются в каталоге проекта детали, в папку Program\Meas_N, где N – номер измерения. Если включить галочку «Сохранить файлы в

заданном месте», то по нажатию кнопки  пользователь может выбрать каталог для сохранения файлов. В этом каталоге автоматически будет создана папка с названием проекта детали, а в ней подкаталог Program\Meas_N, в котором будут сохранены файлы с точками. Файлы с точками сохраняются автоматически после каждого расчета.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.3 Создание резьбы типа НКМ по ГОСТ 33758-2016

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьба НКМ» на экране появится окно задания параметров резьбы.

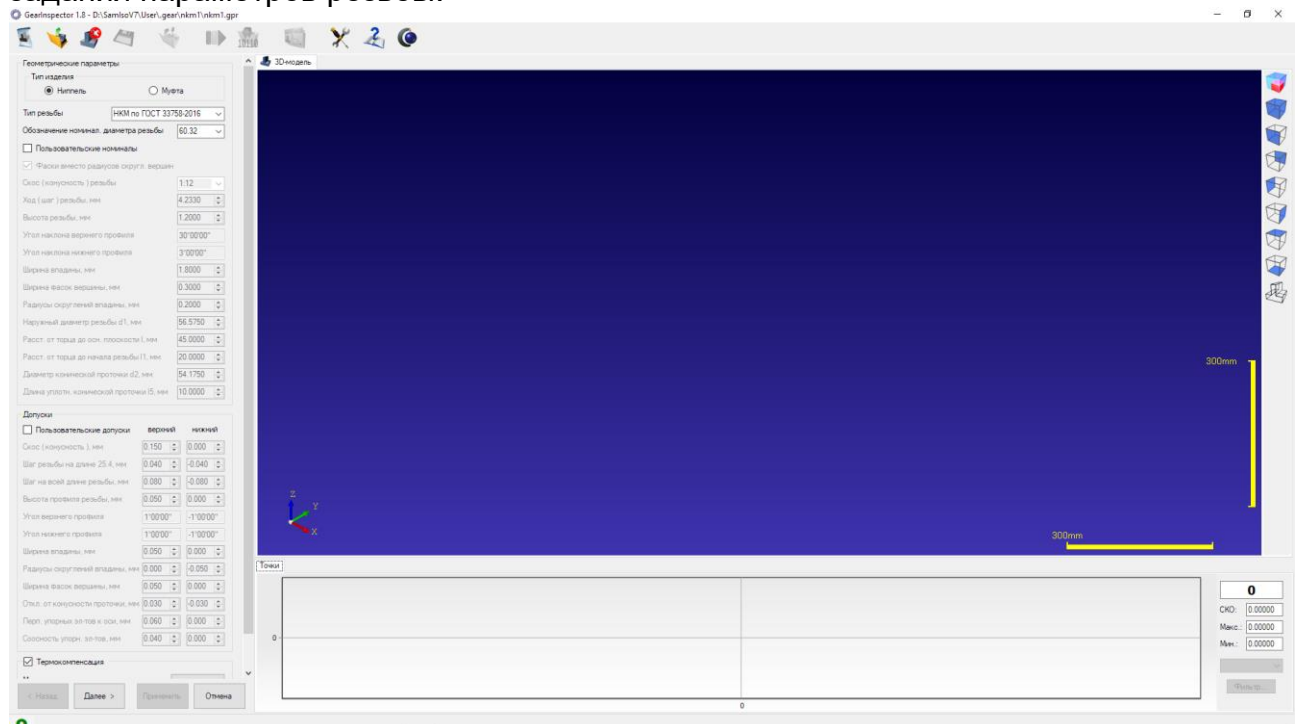


Рис.3.21.1.3-1. Окно задания параметров резьбы НКМ

В окне задания параметров резьбы отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Ниппель или муфта
 - Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

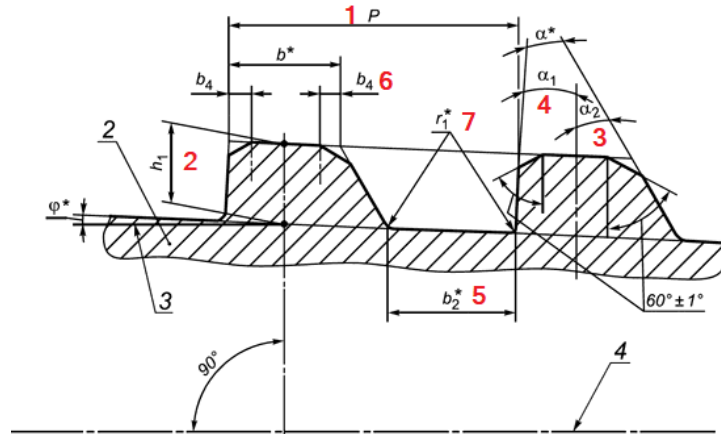
Далее либо задаются пользовательские номиналы (если резьба нестандартная), либо используются значения из соответствующего стандарта.

- **Допуски**

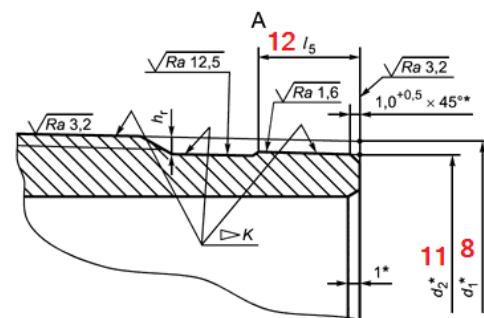
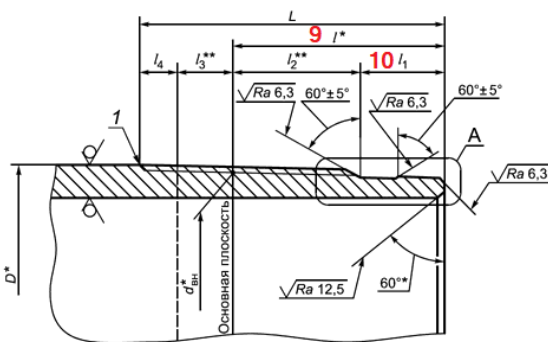
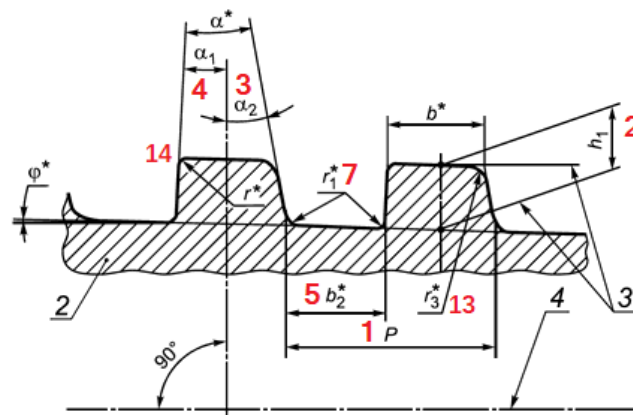
Либо задаются пользовательские допуски (если резьба нестандартная), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для ниппеля НКМ задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	12
Ход (шаг) резьбы, мм	1	4.2330
Высота профиля резьбы, мм	2	1.2000
Угол наклона верхнего профиля	3	30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4	3°00'00"
Ширина впадины, мм	5	1.8000
Ширина фасок вершины, мм	6	0.3000
Радиусы скруглений впадины, мм	7	0.2000
Наружный диаметр резьбы d1, мм	8	56.5750
Расст. от торца до осн. плоскости l, мм	9	45.0000
Расст. от торца до начала резьбы l1, мм	10	20.0000
Диаметр конической проточки d2, мм	11	54.1750
Длина уплотн. конической проточки l5, мм	12	10.0000



Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.150	0.000
Шаг резьбы на длине 25.4, мм	0.040	-0.040
Шаг на всей длине резьбы, мм	0.080	-0.080
Высота профиля резьбы, мм	0.050	0.000
Угол верхнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Угол нижнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Ширина впадины, мм	0.050	0.000
Радиусы скруглений впадины, мм	0.000	-0.050
Ширина фасок вершины, мм	0.050	0.000
Откл. от конусности проточки, мм	0.030	-0.030
Перп. упорных эл-тов к оси, мм	0.060	0.000
Соосность упорн. эл-тов, мм	0.040	0.000
Овальность резьбы, мм	0.000	0.000



Для ниппелей наружным диаметром от 60,32 до 101,60 по ГОСТ 33758-2016 допускается замена фасок вершин скруглениями. В этом случае вместо ширины фасок вершин задаются номиналы и допуски радиусов скругления вершины:

Радиусы скруглений вершины, мм	0.2000	Радиусы скруглений вершины, мм	0.050	0.000
--------------------------------	--------	--------------------------------	-------	-------

Для ниппелей условным диаметром 114,30 по ГОСТ 33758-2016 фаски вершин не допускаются, вместо них делаются скругления разных радиусов, для которых задаются номиналы и допуски:

Верхний рад. скругления вершины, мм	13	0.8000	Верхний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000
Нижний рад. скругления вершины, мм	14	0.2000	Нижний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000

Для муфты НКМ задаются:

☒ Фаски вместо радиусов скругл. вершин

Скос (конусность) резьбы 1 : 12

Ход (шаг) резьбы, мм 1 4.2330

Высота профиля резьбы, мм 2 1.3000

Угол наклона верхнего профиля 3 30°00'00"

Угол наклона нижнего профиля 4 3°00'00"

Ширина впадины, мм 5 1.7940

Радиусы скруглений впадины, мм 6 0.2500

Ширина фасок вершины, мм 7 0.3000

Диаметр фаски в плоскости торца d0, мм 8 91.0000

Длина муфты LM, мм 9 176.0000

Длина резьбы с полным профилем l8, мм 9 53.0000

Наружный диаметр муфты DM, мм 10 106.0000

Внутр. диаметр в плоскости торца d3, мм 10 87.7000

Ширина торцевой плоскости B, мм 11 6.5000

Расстояние от торца до Р.П. l6, мм 12 67.0000

Длина резьбового конуса l7, мм 13 63.0000

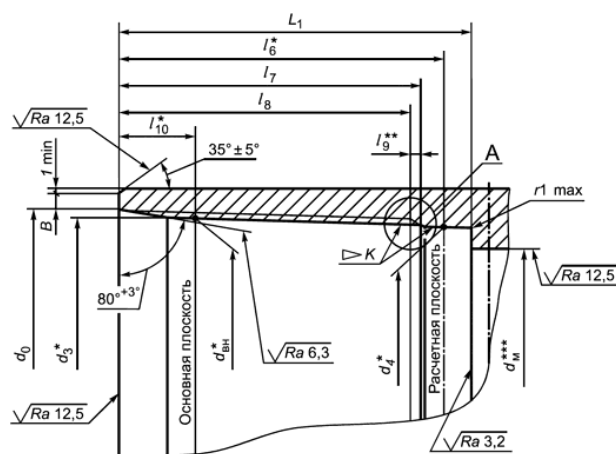
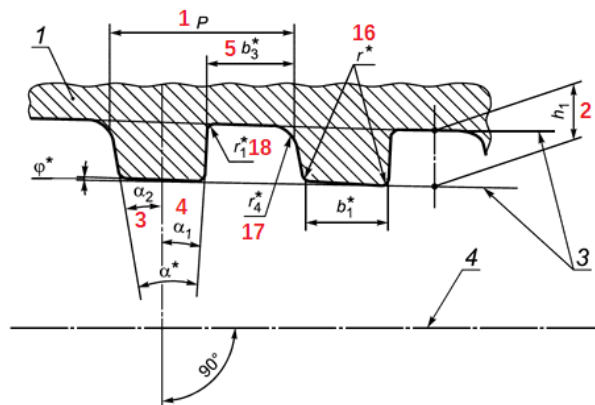
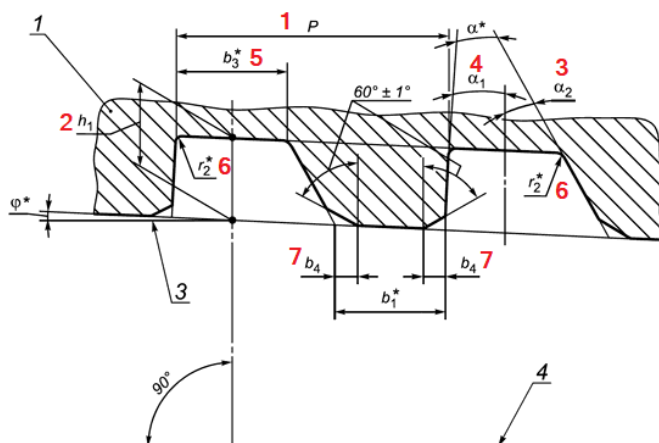
Расст. от торца до упорного уступа L1, мм 14 73.0000

Диам. упл. кони. расточки в Р.П. d4, мм 15 82.1170

Допуски

☒ Пользовательские допуски

	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.000	-0.150
Шаг резьбы на длине 25,4 мм	0.040	-0.040
Шаг на всей длине резьбы, мм	0.080	-0.080
Высота профиля резьбы, мм	0.050	0.000
Угол верхнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Угол нижнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Ширина впадины, мм	0.050	0.000
Радиусы скруглений впадины, мм	0.000	-0.050
Ширина фасок вершины, мм	0.050	0.000
Длина муфты LM, мм	0.000	0.000
Откл. от конусности расточки, мм	0.060	0.000
Перп. упорных эл-тов к оси, мм	0.060	0.000
Соосность упор. эл-тов, мм	0.040	0.000
Овальность резьбы, мм	0.130	0.000
Соосн. резьб об-ков концов, мм	0.750	0.000
Соосн. резьб об-ков кон- на 1 м, мм	3.000	0.000



Для муфт наружным диаметром от 60,32 до 101,60 по ГОСТ 33758-2016 допускается замена фасок вершин скруглениями. В этом случае вместо ширины фасок вершин задаются номиналы и допуски радиусов скругления вершины:

Радиусы скруглений вершины, мм 16 0.2000

Радиусы скруглений вершины, мм 0.050 0.000

Для муфт условным диаметром 114,30 по ГОСТ 33758-2016 фаски вершин не допускаются, вместо них делаются

скругления, для радиусов которых задаются номинал и допуск, как показано выше. Кроме того, скругления впадин имеют для таких муфт разные радиусы.

Нижний рад. скругления впадины, мм 17 0.8000

Верхний рад. скругления впадины, мм 18 0.2000

Нижний рад. скруг. впадины, мм 0.000 -0.050

Верхний рад. скруг. впадины, мм 0.000 -0.050

- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры резьбы и нажмите кнопку «Далее».

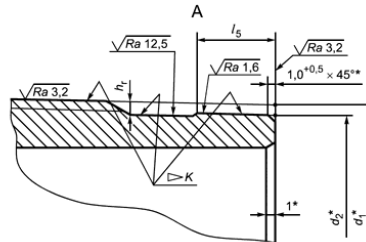
В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1.-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения резьбы, отличающееся от окна на рис. [3.21.1.1-3](#) другими дополнительными геометрическими параметрами и наличием возможности измерения ниппеля в горизонтальном положении (см. п. [3.21.1.2](#)).

Для ниппеля НКМ доступно измерение следующих дополнительных геометрических параметров.

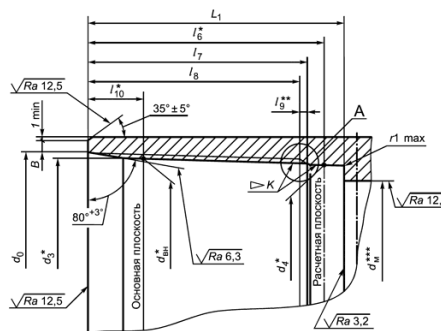
<input checked="" type="checkbox"/> Уплотнительная коническая проточка	
Число сечений	3
Число точек в сечении	15
Отступ от верхнего края, мм	2.000
Отступ от нижнего края, мм	1.000
Угол наклона каретки	15°00'00"



- **Уплотнительная коническая проточка** – задает измерение уплотнительной конической проточки ниппеля диаметром d_2 и длиной l_5 .
 - **Число сечений** – число торцовых сечений конической проточки
 - **Число точек в сечении** – число точек в каждом сечении измерения конической проточки
 - **Отступ от верхнего края** – расстояние от торца до 1-го сечения
 - **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края проточки (расположенного на расстоянии l_5 от торца) до последнего сечения
 - **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при использовании щупов диаметром менее 2 мм. Рекомендуется задать значение 15°.

Для муфты НКМ доступно измерение следующих дополнительных геометрических параметров.

<input checked="" type="checkbox"/> Нижняя плоскость для определения длины муфты	
Число точек сбора	3
Диаметр окружности сбора, мм	97.500
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Уплотнительная коническая расточка	
Число сечений	3
Число точек в сечении	15
Отступ от верхнего края, мм	1.000
Отступ от нижнего края, мм	1.000
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Упорный уступ	
Число точек сбора	3
Отступ от конической расточки, мм	1.000
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Вершины витков резьбы с другого конца	
Число сечений	4
Число витков	6
Число точек на вершине	5
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	15°00'00"



• **Нижняя плоскость для определения длины муфты** – аналогично резьбам [«Buttress»](#), [OTTM](#), [OTTG](#).

• **Уплотнительная коническая расточка** – задает измерение уплотнительной конической расточки муфты, расположенной в районе расчетной плоскости (задается диаметром d_4 , длинами l_6 , L_1 и l_7).

- **Число сечений** – число торцовых сечений

- конической проточки
- **Число точек в сечении** – число точек в каждом сечении измерения конической проточки
- **Отступ от верхнего края** – расстояние от нижнего края резьбового конуса (расположенного на расстоянии l_7 от торца) до 1-го сечения
- **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края проточки (расположенного на расстоянии L_1 от торца) до последнего сечения. Радиус щупа автоматически добавляется программой к величине отступа от нижнего края.
- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15° .
- **Упорный уступ** – задает измерение плоскости упорного уступа, расположенного на расстоянии L_1 от торца. Измерение плоскости производится по окружности с центром на оси резьбы.
 - **Число точек сбора** – число точек с окружности сбора
 - **Отступ от конической расточки** – расстояние от стенки уплотнительной конической расточки муфты до окружности сбора точек с плоскости упорного уступа. Таким образом, этот отступ определяет радиус окружности. Радиус щупа автоматически добавляется программой к величине отступа от конической расточки.
 - **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15° .
- **Вершины витков резьбы с другого конца** – аналогично резьбам [«Buttress»](#), [ОТТМ](#), [ОТТГ](#).

Дополнительно задаются [параметры](#), аналогичные резьбам «Buttress», ОТТМ, ОТТГ.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.4 Создание резьбы типа НКТН и НКТВ по ГОСТ 33758-2016

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьба НКТН и НКТВ» на экране появится окно задания параметров резьбы.

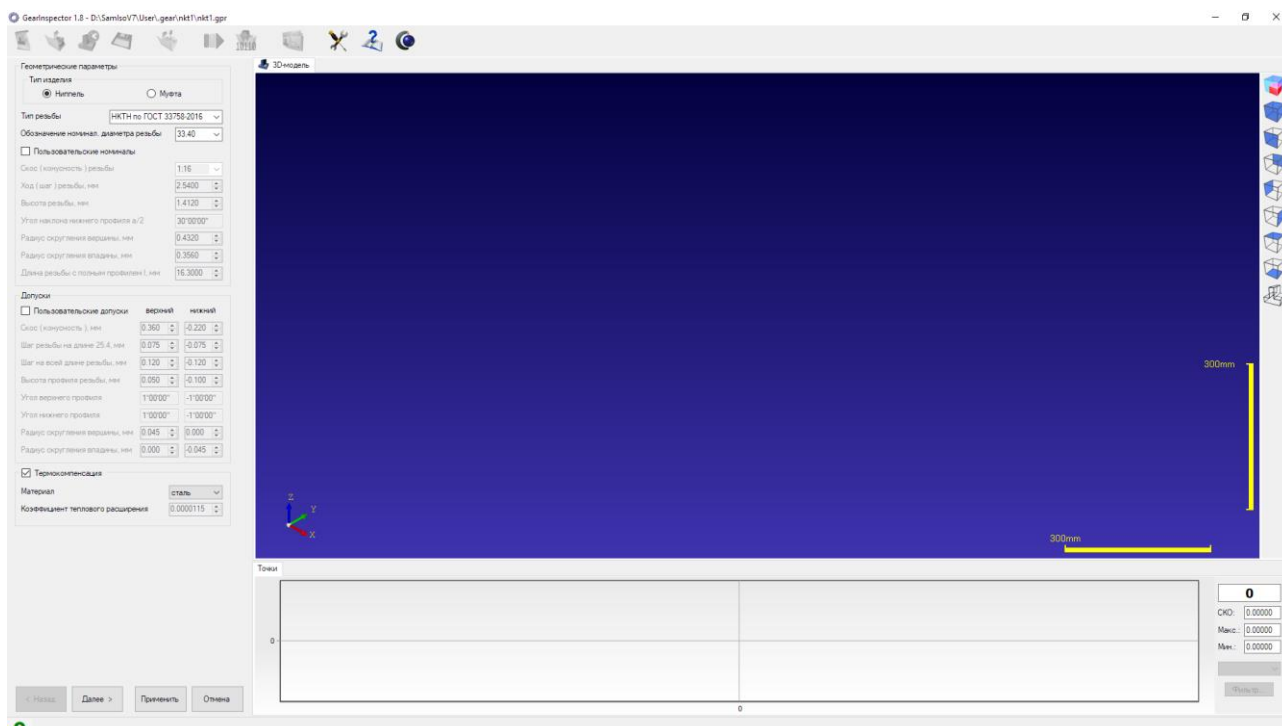


Рис.3.21.1.4-1. Окно задания параметров резьбы НКТН (НКТВ)

В окне задания параметров резьбы отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Ниппель или муфта
 - Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

Далее либо задаются пользовательские номиналы (если резьба нестандартная), либо используются значения из соответствующего стандарта.

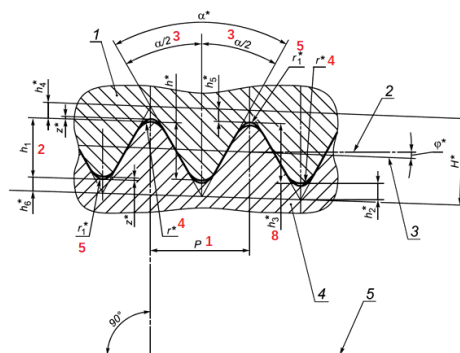
• Допуски

Либо задаются пользовательские допуски (если резьба нестандартная), либо используются значения из соответствующего стандарта.

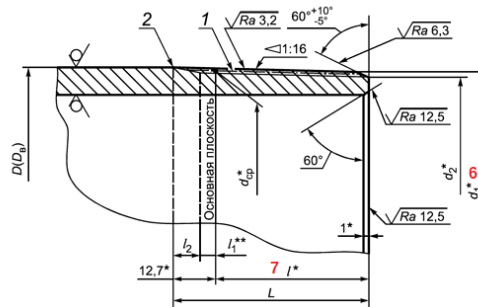
Для резьб НКТН и НКТВ все задаваемые параметры и допуски имеют один и тот же смысл. Отличия только в их численных значениях по ГОСТ и по умолчанию.

Для ниппеля НКТН (НКТВ) задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	2.5400
Высота профиля резьбы, мм	2	1.4120
Угол наклона нижнего профиля $\alpha/2$	3	30°00'00"
Радиус скругления вершины, мм	4	0.4320
Радиус скругления впадины, мм	5	0.3560
Наруж. диаметр в плоскости торца d_1 , мм	6	32.3820
Длина резьбы с полным профилем l , мм	7	16.3000

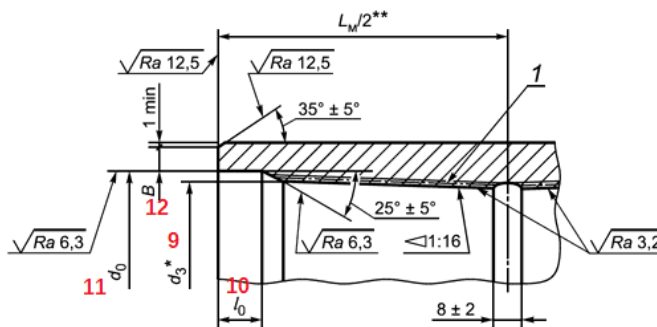


Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.360	-0.220
Шаг резьбы на длине 25,4, мм	0.075	-0.075
Шаг на всей длине резьбы, мм	0.120	-0.120
Высота профиля резьбы, мм	0.050	-0.100
Угол верхнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Угол нижнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Радиус скругления вершины, мм	0.045	0.000
Радиус скругления впадины, мм	0.000	-0.045
Овальность резьбы, мм	0.000	0.000



Для муфты НКТН (НКТВ) задаются:

Скос (конусность) резьбы	1: 16
Ход (шаг) резьбы, мм	1 2.5400
Высота профиля резьбы, мм	8 1.4120
Угол наклона нижнего профиля $\alpha/2$	3 30°00'00"
Радиус скругления впадины, мм	5 0.3560
Радиус скругления вершины, мм	4 0.4320
Внутр. диаметр в плоскости торца d_3 , мм	9 31.2100
Длина муфты L_M , мм	110.0000
Длина цилиндрической проточки l_0 , мм	10 8.0000
Наружный диаметр муфты D_M , мм	41.0000
Диаметр цилиндрической проточки d_0 , мм	11 35.0000
Ширина торцевой плоскости B , мм	12 2.0000



Допуски		
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательские допуски	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.220	-0.360
Шаг резьбы на длине 25,4, мм	0.075	-0.075
Шаг на всей длине резьбы, мм	0.120	-0.120
Высота профиля резьбы, мм	0.050	-0.100
Угол верхнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Угол нижнего профиля	1°00'00"	-1°00'00"
Радиус скругления впадины, мм	0.000	-0.045
Радиус скругления вершины, мм	0.045	0.000
Диаметр цилиндр. проточки, мм	0.800	0.000
Овальность резьбы, мм	0.100	0.000

- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры резьбы и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1.-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения резьбы, отличающееся от окна на рис. [3.21.1.1-3](#) сокращенным профилем и наличием возможности измерения ниппеля в горизонтальном положении (см. п. [3.21.1.2](#)).

Для ниппеля НКТН (НКТВ) недоступно измерение дополнительных геометрических параметров.

Линейные участки боковых профилей	
Число точек сбора с каждой стороны	7
Отступ от верха линейного участка, мм	0.100
Отступ от низа линейного участка, мм	0.100
Вершина	
Число точек сбора	14
Отступ от верха кругового участка, мм	0.100
Отступ от низа кругового участка, мм	0.100
Впадина	
Число точек сбора	14
Отступ от верха кругового участка, мм	0.050
Отступ от низа кругового участка, мм	0.050

• **Линейные участки боковых профилей** – аналогично [3.21.1.1.-2](#).

• **Вершина**

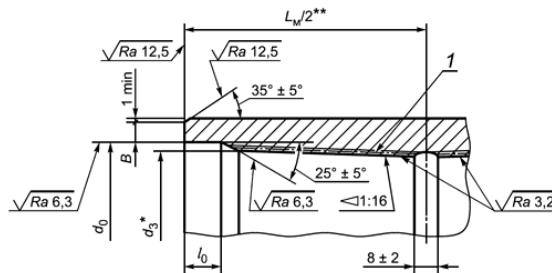
- **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждой вершины (рекомендуется 14)
- **Отступ от верха кругового участка** – отступ от точки сопряжения верхнего бокового профиля с дугой вершины (рекомендуется 0,1)
- **Отступ от низа кругового участка** – отступ от точки сопряжения нижнего бокового профиля с дугой вершины (рекомендуется 0,1)

• **Впадина**

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждой впадины (рекомендуется 14)
- **Отступ от верха кругового участка** – отступ от точки сопряжения верхнего бокового профиля с дугой впадины (рекомендуется 0,05)
- Отступ от низа кругового участка** – отступ от точки сопряжения нижнего бокового профиля с дугой впадины (рекомендуется 0,05)

Для муфты НКТН (НКТВ) дополнительно к ниппелю задаются следующие параметры измерения.

<input type="checkbox"/> Нижняя плоскость для определения длины муфты	
Число точек сбора	3
Диаметр окружности сбора, мм	100.000
Угол наклона каретки	3°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Цилиндрическая проточка (d0)	
Число точек сбора	10
Уровень сечения от баз. плоскости, мм	-1.000
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Вершины витков резьбы с другого конца	
Число сечений	3
Число витков	3
Число точек на вершине	5
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.000
Угол наклона каретки	15°00'00"



• **Нижняя плоскость для определения длины муфты** – аналогично резьбам [«Buttress»](#), [ОТТМ](#), [ОТТГ](#).

• **Цилиндрическая проточка (d0)** – задается измерение цилиндрической проточки диаметром d_0 и длиной l_0 .

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с цилиндрической проточки
- **Уровень сечения от базовой плоскости** – задается отрицательное число, определяющее расстояние от базовой плоскости до измеряемого сечения измерения цилиндрической проточки
- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при использовании щупов диаметром менее 2 мм. Рекомендуется задать значение 15°.

• **Вершины витков резьбы с другого конца** – аналогично резьбам [«Buttress»](#), [ОТТМ](#), [ОТТГ](#).

Дополнительно задаются [параметры](#), аналогичные резьбам «Buttress», ОТТМ, ОТТГ.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку **«Применить»**.

3.21.1.5 Создание специальной резьбы типа «ВМЗ-4»

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьба ВМЗ-4» на экране появится окно задания параметров резьбы.

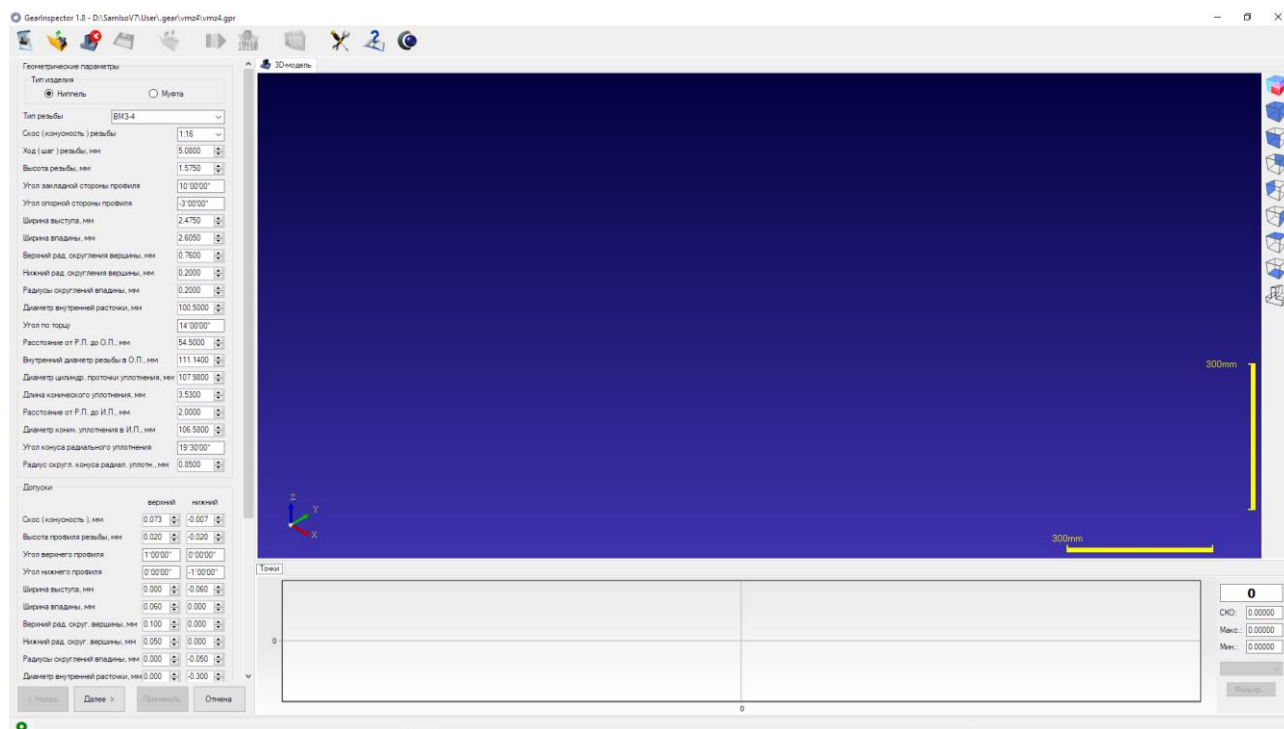


Рис.3.21.1.5-1. Окно задания параметров резьбы ВМЗ-4

В окне задания параметров резьбы отображены следующие чертежные данные:

- Геометрические параметры
 - Ниппель или муфта

Далее задаются номиналы геометрических параметров резьбы.

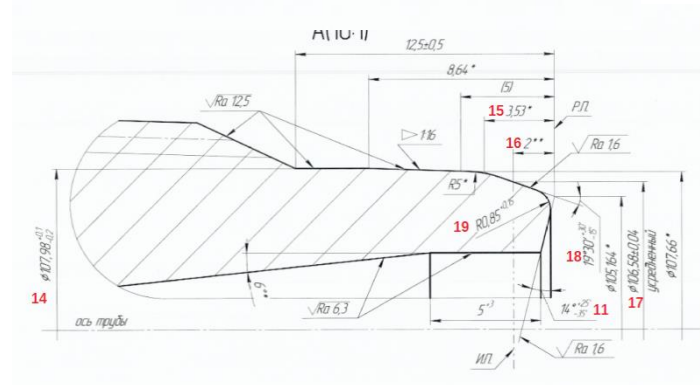
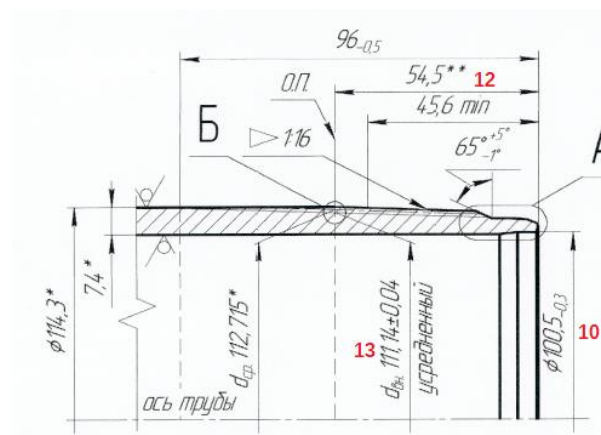
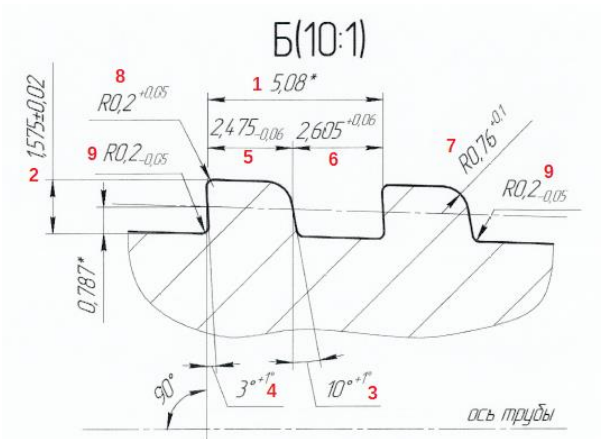
- Допуски

Задаются допуски контролируемых параметров резьбы.

Для ниппеля ВМЗ-4 задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	5.0800
Высота профиля резьбы, мм	2	1.5750
Угол закладной стороны профиля	3	10°00'00"
Угол опорной стороны профиля	4	-3°00'00"
Ширина выступа, мм	5	2.4750
Ширина впадины, мм	6	2.6050
Верхний рад. скругления вершины, мм	7	0.7600
Нижний рад. скругления вершины, мм	8	0.2000
Радиусы скруглений впадины, мм	9	0.2000
Диаметр внутренней расточки, мм	10	100.5000
Угол по торцу	11	14°00'00"
Расстояние от Р.П. до О.П., мм	12	54.5000
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	13	111.1400
Диаметр цилинд. проточки уплотнения,	14	107.9800
Длина конического уплотнения, мм	15	3.5300
Расстояние от Р.П. до И.П., мм	16	2.0000
Диаметр конич. уплотнения в И.П., мм	17	106.5800
Угол конуса радиального уплотнения	18	19°30'00"
Радиус скругл. конуса радиал. уплотн., мм	19	0.8500

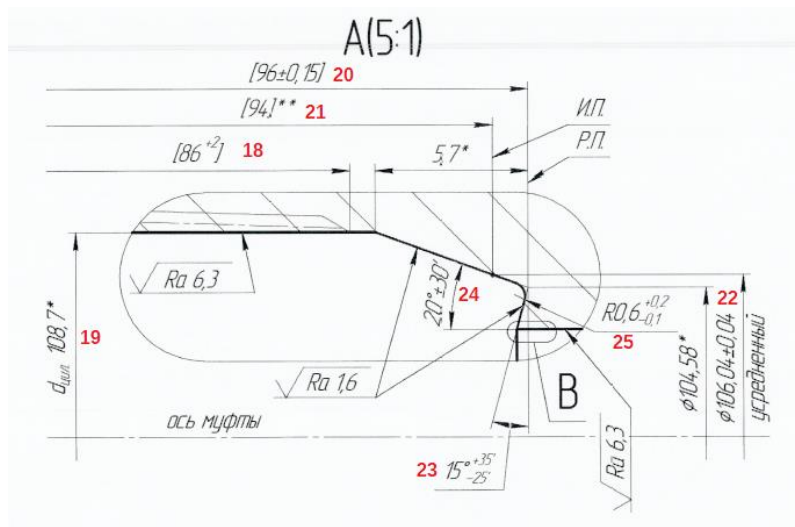
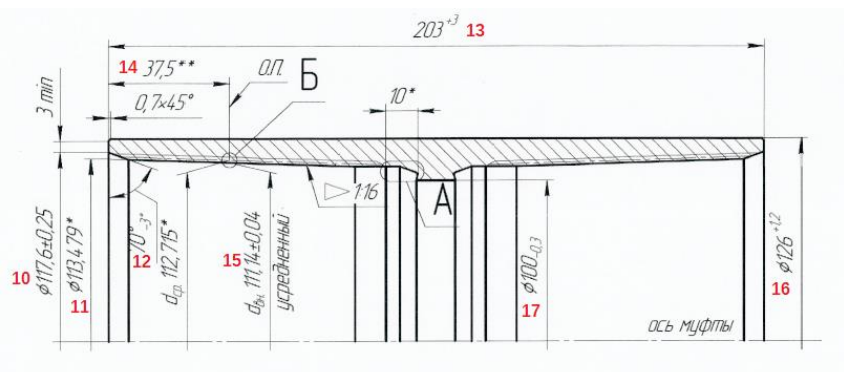
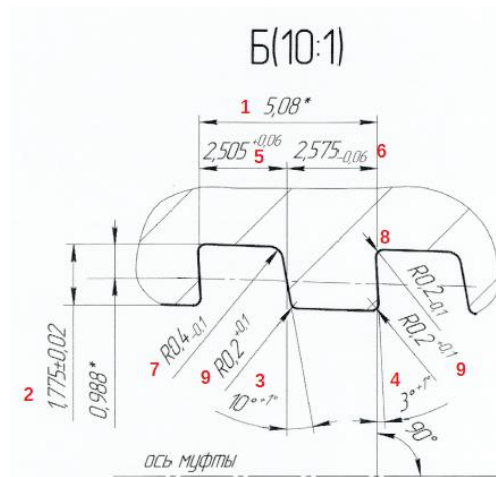
Допуски	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.073	-0.007
Высота профиля резьбы, мм	0.020	-0.020
Угол верхнего профиля	1°00'00"	0°00'00"
Угол нижнего профиля	0°00'00"	-1°00'00"
Ширина выступа, мм	0.000	-0.060
Ширина впадины, мм	0.060	0.000
Верхний рад. скруг. вершины, мм	0.100	0.000
Нижний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000
Радиусы скруглений впадины, мм	0.000	-0.050
Диаметр внутренней расточки, мм	0.000	-0.300
Радиус скругл. конуса рад. упл., мм	0.150	0.000
Внутр. диаметр резьбы в О.П., мм	0.040	-0.040
Диаметр конич. уплотн. в И.П., мм	0.040	-0.040
Диам. цил. проточки уплотн., мм	0.100	-0.200
Угол по торцу	0°25'00"	-0°35'00"
Угол конуса радиал. уплотнения	0°30'00"	-0°15'00"
Овальность резьбы, мм	0.150	0.000
Овальность по уплотнению, мм	0.150	0.000



Для муфты ВМЗ-4 задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	5.0800
Высота профиля резьбы, мм	2	1.7750
Угол закладной стороны профиля	3	10°00'00"
Угол опорной стороны профиля	4	-3°00'00"
Ширина впадины, мм	5	2.5050
Ширина выступа, мм	6	2.5750
Нижний рад. скругления впадины, мм	7	0.4000
Верхний рад. скругления впадины, мм	8	0.2000
Радиусы скруглений вершины, мм	9	0.2000
Больший diam. внутр. фаски по торцу, мм	10	117.6000
Меньший diam. внутр. фаски по торцу, мм	11	113.4790
Угол внутренней фаски по торцу	12	70°00'00"
Длина муфты, мм	13	203.0000
Расстояние от торца до О.П., мм	14	37.5000
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	15	111.1400
Наружный диаметр муфты, мм	16	126.0000
Внутренний диаметр муфты, мм	17	100.0000
Расст. от торца до цилинд. проточки, мм	18	86.0000
Диаметр цилинд. проточки уплотнения	19	108.7000
Расстояние от торца до Р.П., мм	20	96.0000
Расстояние от торца до И.П., мм	21	94.0000
Диаметр конич. уплотнения в И.П., мм	22	106.0400
Угол уступа	23	15°00'00"
Угол конуса радиального уплотнения	24	20°00'00"
Радиус скругл. конуса радиал. уплотн., мм	25	0.6000

Допуски	верхний	нижний
Скос (конусность), мм	0.013	-0.047
Высота профиля резьбы, мм	0.020	-0.020
Угол верхнего профиля	1°00'00"	0°00'00"
Угол нижнего профиля	0°00'00"	-1°00'00"
Ширина впадины, мм	0.060	0.000
Ширина выступа, мм	0.000	-0.060
Нижний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.100
Верхний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.100
Радиусы скруглений вершины, мм	0.100	0.000
Длина муфты, мм	3.000	0.000
Диам. внутр. фаски по торцу, мм	0.250	-0.250
Радиус скругл. конуса рад. упл., мм	0.200	-0.100
Внутр. диаметр резьбы в О.П., мм	0.040	-0.040
Диаметр конич. уплотн. в И.П., мм	0.040	-0.040
Диам. цил. проточки уплотн., мм	0.500	-0.500
Угол внутренней фаски по торцу	0°00'00"	-3°00'00"
Угол уступа	0°35'00"	-0°25'00"
Угол конуса радиал. уплотнения	0°30'00"	-0°30'00"
Овальность резьбы, мм	0.150	0.000
Овальность по уплотнению, мм	0.100	0.000
Соосн. резьб обоих концов, мм	0.000	0.000
Соосн. резьб об. конц. на 1 м, мм	0.000	0.000



- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры резьбы и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1.-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения резьбы, отличающееся от окна на рис. [3.21.1.1-3](#) другими дополнительными геометрическими параметрами и наличием возможности измерения ниппеля в горизонтальном положении (см. п. [3.21.1.2](#)).

Для ниппеля ВМЗ-4 возможно измерение следующих дополнительных геометрических параметров.

<input checked="" type="checkbox"/> Внутренняя цилиндрическая расточка	
Число точек сбора	10
Уровень сечения от баз. плоскости, мм	-0.500
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Цилиндрическая проточка уплотнения	
Число точек сбора	10
Уровень сечения от баз. плоскости, мм	-0.500
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Коническое уплотнение в И.П.	
Число сечений	4
Число точек в сечении	20
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	0°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Конус торца	
Число сечений	4
Число точек в сечении	20
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	0°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Скругление между торцом и радиал.уплотнением	
Число сечений	4
Число точек в сечении	20
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	0°00'00"

- **Внутренняя цилиндрическая расточка** – задает измерение цилиндрической расточки номинальным диаметром 100,5

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с сечения измерения цилиндрической расточки

- **Уровень сечения от базовой плоскости** – задается отрицательное число, определяющее расстояние от базовой плоскости до измеряемого сечения измерения цилиндрической расточки

- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при использовании щупов диаметром менее 2 мм. Рекомендуется задать значение 15°.

- **Цилиндрическая проточка уплотнения** – задает измерение цилиндрической проточки номинальным диаметром 107,98

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с сечения измерения цилиндрической проточки

- **Уровень сечения от базовой плоскости** – задается отрицательное число, определяющее расстояние от базовой плоскости до измеряемого сечения измерения цилиндрической проточки

- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при использовании щупов диаметром менее 2 мм. Рекомендуется задать значение 15°.

- **Коническое уплотнение в И.П.** – задает измерение конического радиального уплотнения, расположенного в районе измерительной плоскости под номинальным углом 19°30' к оси резьбы

- **Число сечений** – количество осевых сечений измерения конического уплотнения

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого сечения измерения конического уплотнения

- **Отступ от верхнего края** – расстояние от торца до самой верхней измеряемой точки в каждом сечении измерения конического уплотнения

- **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего конца конического уплотнения (определяется длиной 3,53) до самой нижней измеряемой точки в каждом сечении измерения конического уплотнения

- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при измерении в горизонтальном положении. Рекомендуется задать значение 15°.

- **Конус торца** – задает измерение конической поверхности торца, расположенного под номинальным углом 14° к плоскости, перпендикулярной к оси резьбы
 - **Число сечений** – количество осевых сечений измерения конуса торца
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого сечения измерения конуса торца
 - **Отступ от верхнего края** – расстояние от торца до самой верхней измеряемой точки в каждом сечении измерения конуса торца
 - **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего конца конуса торца (определяется диаметром 100,5) до самой нижней измеряемой точки в каждом сечении измерения конуса торца
 - **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при измерении в горизонтальном положении. Рекомендуется задать значение 15° .
- **Скругление между торцом и радиальным уплотнением** – задает измерение скругления между торцом и коническим радиальным уплотнением с номинальным радиусом 0,85
 - **Число сечений** – количество осевых сечений измерения скругления
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого сечения измерения скругления
 - **Отступ от верхнего края** – расстояние от торца до самой верхней измеряемой точки в каждом сечении измерения скругления
 - **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края скругления (определяется точкой сопряжения скругления с коническим радиальным уплотнением) до самой нижней измеряемой точки в каждом сечении измерения скругления
 - **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при измерении в горизонтальном положении. Рекомендуется задать значение 15° .

Для муфты ВМЗ-4 возможно измерение следующих дополнительных геометрических параметров.

- **Нижняя плоскость для определения длины муфты** – аналогично резьбам [«Buttress»](#), [ОТТМ](#), [ОТТГ](#).
- **Внутренняя фаска по торцу** – задает измерение внутренней фаски по торцу муфты с номинальным углом 70°
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с сечения измерения фаски
 - **Число сечений** – количество торцовых сечений измерения фаски
 - **Отступ от верхнего края** – расстояние от торца до 1-го измеряемого сечения измерения фаски
 - **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего конца фаски (определяется длиной фаски в номинальных параметрах резьбы) до последнего измеряемого сечения измерения фаски
 - **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при использовании щупов диаметром менее 2 мм. Рекомендуется задать значение 15° .
- **Цилиндрическая проточка уплотнения** – задает измерение цилиндрической проточки номинальным диаметром 108,7
 - **Число точек сбора** – количество точек сбора с сечения измерения цилиндрической проточки

<input checked="" type="checkbox"/> Нижняя плоскость для определения длины муфты	
Число точек сбора	3
Диаметр окружности сбора, мм	120.600
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Внутренняя фаска по торцу	
Число сечений	4
Число точек сбора	10
Отступ от верхнего края, мм	0.500
Отступ от нижнего края, мм	0.500
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Цилиндрическая проточка уплотнения	
Число точек сбора	10
Уровень сечения от верха проточки, мм	-0.500
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Коническое уплотнение в И.П.	
Число сечений	4
Число точек в сечении	20
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Конус уступа	
Число сечений	4
Число точек в сечении	20
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Скругление между уступом и радиальным уплотнением	
Число сечений	4
Число точек в сечении	20
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Вершины витков резьбы с другого конца	
Число сечений	4
Число витков	6
Число точек на вершине	5
Отступ от верхнего края, мм	0.100
Отступ от нижнего края, мм	0.100
Угол наклона каретки	15°00'00"

○ **Уровень сечения от верха проточки** – задается отрицательное число, определяющее расстояние от верхнего края проточки (определяется размером 86) до измеряемого сечения измерения цилиндрической проточки

○ **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15°.

• **Коническое уплотнение в И.П.** – задает измерение конического радиального уплотнения, расположенного в районе измерительной плоскости под номинальным углом 20° к оси резьбы

○ **Число сечений** – количество осевых сечений измерения конического уплотнения

○ **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого сечения измерения конического уплотнения

○ **Отступ от верхнего края** – расстояние от верхнего края конического уплотнения (определяется диаметром 108,7) до самой верхней измеряемой точки в каждом сечении измерения конического уплотнения

○ **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края конического уплотнения (определяется точкой сопряжения конического уплотнения и радиального скругления) до самой нижней измеряемой точки в каждом сечении измерения конического уплотнения

○ **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15°.

• **Конус уступа** – задает измерение конической поверхности уступа муфты, расположенного под номинальным углом 15° к плоскости, перпендикулярной к оси резьбы

○ **Число сечений** – количество осевых сечений измерения конуса уступа

○ **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого сечения измерения конуса уступа

○ **Отступ от верхнего края** – расстояние от верхнего края конуса уступа (определяется диаметром 100) до самой верхней измеряемой точки в каждом сечении измерения конуса уступа

○ **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края конуса уступа (определяется точкой сопряжения конуса уступа с радиальным скруглением) до самой нижней измеряемой точки в каждом сечении измерения конуса уступа

○ **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15°.

• **Скругление между уступом и радиальным уплотнением** – задает измерение скругления между уступом и коническим радиальным уплотнением с номинальным радиусом 0,6

○ **Число сечений** – количество осевых сечений измерения скругления

○ **Число точек сбора** – количество точек сбора с каждого сечения измерения скругления

- **Отступ от верхнего края** – расстояние от верхнего края скругления (определяется точкой сопряжения скругления и конического радиального уплотнения) до самой верхней измеряемой точки в каждом сечении измерения скругления
- **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края скругления (определяется точкой сопряжения скругления с конусом уступа) до самой нижней измеряемой точки в каждом сечении измерения скругления
- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z. Во избежание поломки щупа настоятельно рекомендуется задать значение не менее 15° .
- **Вершины витков резьбы с другого конца** – аналогично резьбам [«Buttress»](#), [ОТТМ](#), [ОТТГ](#).

Дополнительно задаются [параметры](#), аналогичные резьбам «Buttress», ОТТМ, ОТТГ.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.6 Создание специальной резьбы типа «ОПТИМА»

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьба ОПТИМА» на экране появится окно задания параметров резьбы.

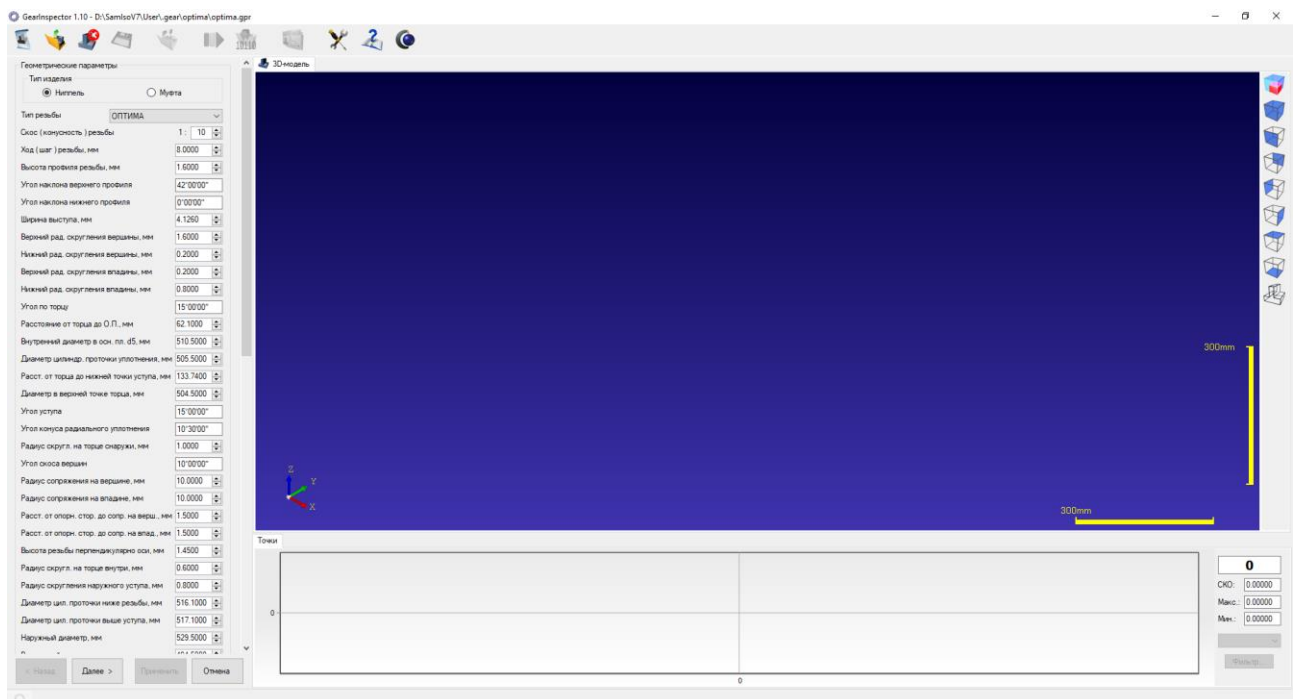


Рис.3.21.1.6-1. Окно задания параметров резьбы ОПТИМА

В окне задания параметров резьбы отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - **Ниппель или муфта**

Далее задаются номиналы геометрических параметров резьбы.

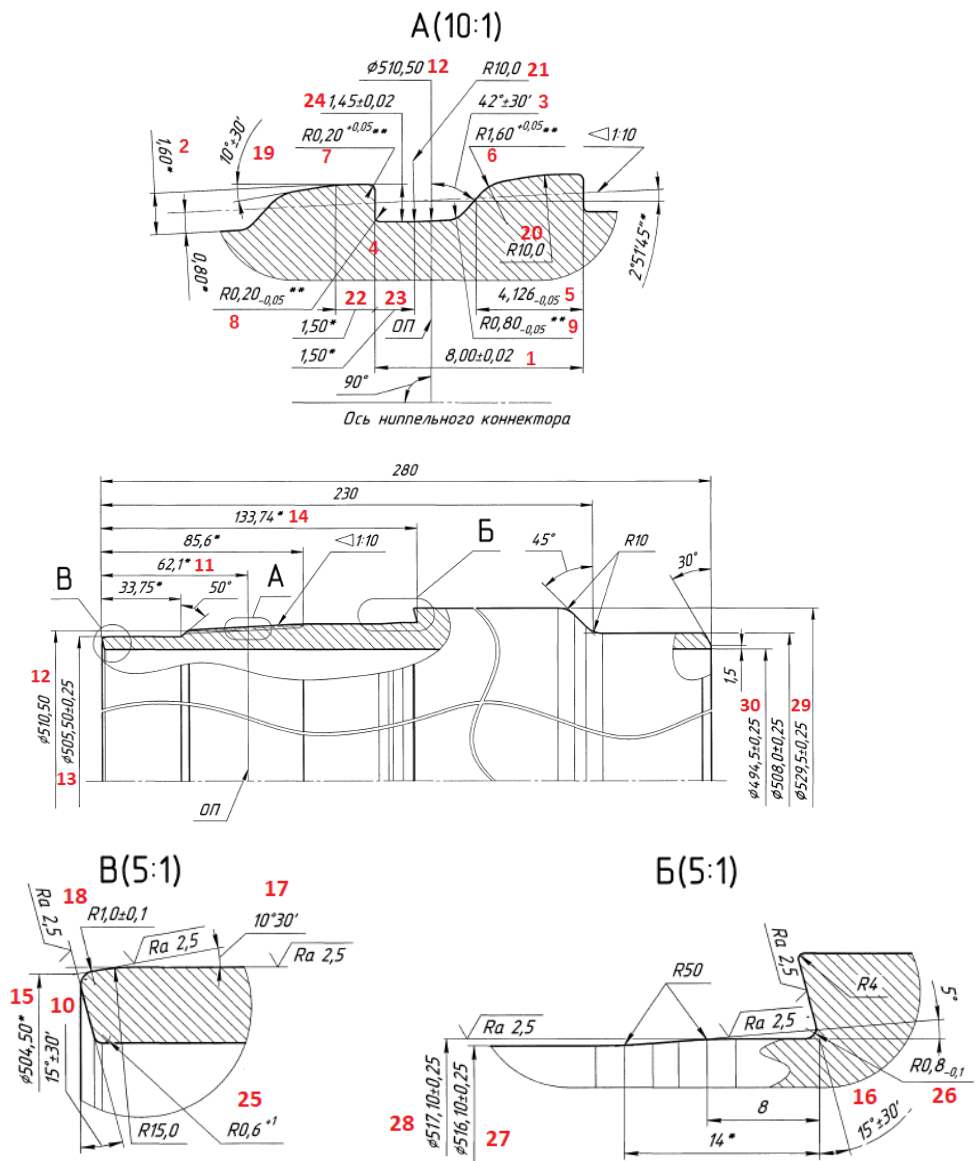
• Допуски

Задаются допуски контролируемых параметров резьбы.

Для ниппеля ОПТИМА задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:10
Ход (шаг) резьбы, мм	1 8.0000
Высота профиля резьбы, мм	2 1.6000
Угол наклона верхнего профиля	3 42°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4 0°00'00"
Ширина выступа, мм	5 4.1260
Верхний рад. скругления вершины, мм	6 1.6000
Нижний рад. скругления вершины, мм	7 0.2000
Верхний рад. скругления впадины, мм	8 0.2000
Нижний рад. скругления впадины, мм	9 0.8000
Угол по торцу	10 15°00'00"
Расстояние от торца до О.П., мм	11 62.1000
Внутренний диаметр в осн. пл. д5, мм	12 510.5000
Диаметр цилинд. проточки уплотнения, мм	13 505.5000
Расст. от торца до нижней точки уступа, мм	14 133.7400
Диаметр в верхней точке торца, мм	15 504.5000
Угол уступа	16 15°00'00"
Угол конуса радиального уплотнения	17 10°30'00"
Радиус скругл. на торце снаружи, мм	18 1.0000
Угол скоса вершин	19 10°00'00"
Радиус сопряжения на вершине, мм	20 10.0000
Радиус сопряжения на впадине, мм	21 10.0000
Расст. от опор. стор. до сопр. на верш.	22 1.5000
Расст. от опор. стор. до сопр. на впад.	23 1.5000
Высота резьбы перпендикулярно оси, мм	24 1.4500
Радиус скругл. на торце внутри, мм	25 0.6000
Радиус скругления наружного уступа, мм	26 0.8000
Диаметр цил. проточки ниже резьбы, мм	27 516.1000
Диаметр цил. проточки выше уступа, мм	28 517.1000
Наружный диаметр, мм	29 529.5000
Внутренний диаметр, мм	30 494.5000

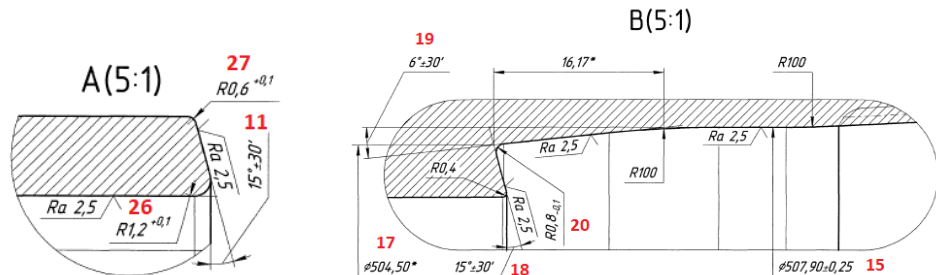
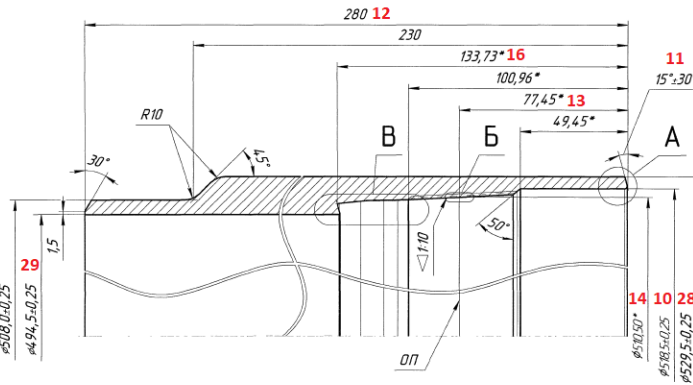
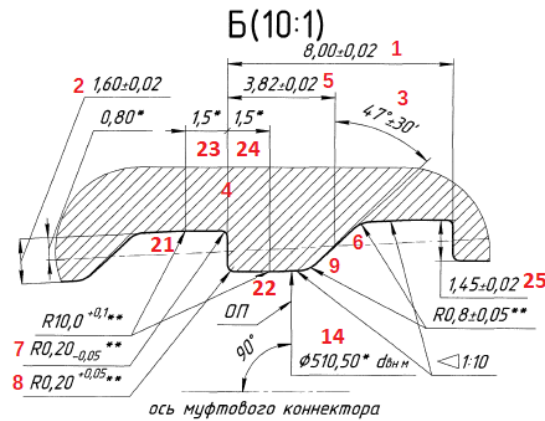
Допуски	верхний	нижний
Шаг резьбы, мм	0.020	-0.020
Высота резьбы перпенд. оси, мм	0.020	-0.020
Угол верхнего профиля	0°30'00"	-0°30'00"
Угол нижнего профиля	0°00'00"	0°00'00"
Ширина выступа, мм	0.000	-0.050
Верхний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000
Нижний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000
Верхний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.050
Нижний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.050
Рад. скругл. на торце снаружи, мм	0.100	-0.100
Дiam. цил. проточки уплотн., мм	0.250	-0.250
Угол по торцу	0°30'00"	-0°30'00"
Угол уступа	0°30'00"	-0°30'00"
Угол скоса вершин	0°30'00"	-0°30'00"
Овальность резьбы, мм	0.000	0.000
Овальность по уплотнению, мм	0.500	0.000
Радиус скруг. на торце внутри, мм	1.000	0.000
Радиус скруг. наружн. уступа, мм	0.000	-0.100
Дiam. цил. прот. ниже резьбы, мм	0.250	-0.250
Дiam. цил. прот. выше уступа, мм	0.250	-0.250
Наружный диаметр, мм	0.250	-0.250
Внутренний диаметр, мм	0.250	-0.250
Овал. проточки ниже резьбы, мм	0.500	0.000
Овал. проточки выше уступа, мм	0.500	0.000
Овальность наруж. диаметра, мм	0.500	0.000
Овальность внутр. диаметра, мм	0.500	0.000



Для муфты ОПТИМА задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	10
Ход (шаг) резьбы, мм	1	8.0000
Высота профиля резьбы, мм	2	1.6000
Угол наклона верхнего профиля	3	47°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	4	0°00'00"
Ширина выступа, мм	5	3.8200
Нижний рад. скругления впадины, мм	6	0.8000
Верхний рад. скругления впадины, мм	7	0.2000
Нижний рад. скругления вершины, мм	8	0.2000
Верхний рад. скругления вершины, мм	9	0.8000
Диаметр внутренней расточки, мм	10	518.5000
Угол по торцу	11	15°00'00"
Длина муфты, мм	12	280.0000
Расстояние от торца до О.П., мм	13	77.4500
Внутренний диаметр в осн. пл. д5, мм	14	510.5000
Диаметр цилинд. проточки уплотнения, мм	15	507.9000
Расст. от торца до нижней точки уступа, мм	16	133.7300
Диаметр в нижней точке уступа, мм	17	504.5000
Угол уступа	18	15°00'00"
Угол конуса радиального уплотнения	19	6°00'00"
Радиус скругления внутреннего уступа, мм	20	0.8000
Радиус сопряжения на впадине, мм	21	10.0000
Радиус сопряжения на вершине, мм	22	10.0000
Расст. от опорн. стор. до сопр. на впад., мм	23	1.5000
Расст. от опорн. стор. до сопр. на верш., мм	24	1.5000
Высота резьбы перпендикулярно оси, мм	25	1.4500
Радиус скругл. на торце внутри, мм	26	1.2000
Радиус скругл. на торце снаружи, мм	27	0.6000
Наружный диаметр, мм	28	529.5000
Внутренний диаметр, мм	29	494.5000

Допуски	верхний	нижний
Шаг резьбы, мм	0.020	-0.020
Высота профиля резьбы, мм	0.020	-0.020
Высота резьбы перпенд. оси, мм	0.020	-0.020
Угол верхнего профиля	0°30'00"	-0°30'00"
Угол нижнего профиля	0°00'00"	0°00'00"
Ширина выступа, мм	0.020	-0.020
Нижний рад. скруг. впадины, мм	0.050	-0.050
Верхний рад. скруг. впадины, мм	0.000	-0.050
Нижний рад. скруг. вершины, мм	0.050	0.000
Верхний рад. скруг. вершины, мм	0.050	-0.050
Длина муфты, мм	0.000	0.000
Диаметр внутренней расточки, мм	0.250	-0.250
Радиус скругл. внутр. уступа, мм	0.000	-0.100
Диам. цил. проточки уплотн., мм	0.250	-0.250
Угол по торцу	0°30'00"	-0°30'00"
Угол уступа	0°30'00"	-0°30'00"
Угол конуса радиал. уплотнения	0°30'00"	-0°30'00"
Овальность резьбы, мм	0.000	0.000
Овальность по уплотнению, мм	0.500	0.000
Соосн. резьб об. конц. на 1 м, мм	0.000	0.000
Соосн. резьб об. конц. на 1 м, мм	0.000	0.000
Радиус скругл. на торце внутри, мм	0.100	0.000
Рад. скругл. на торце снаружи, мм	0.100	0.000
Наружный диаметр, мм	0.250	-0.250
Внутренний диаметр, мм	0.250	-0.250
Овальность наруж. диаметра, мм	0.500	0.000
Овальность внутр. диаметра, мм	0.500	0.000
Овальность внутр. расточки, мм	0.500	0.000



• **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:

- **Материал** – из списка.
- **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры резьбы и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения резьбы, отличающееся от окна на рис. [3.21.1.1-3](#) дополнительными настройками измерения вершин и впадин и наличием возможности измерения ниппеля в горизонтальном положении (см. п. [3.21.1.2](#)).

Вершины и впадины	
Число точек сбора с наклон. участка	5
Отступ от верха наклон. участка, мм	0.100
Отступ от низа наклон. участка, мм	0.100
Число точек сбора с прямого участка	5
Отступ от верха прямого участка, мм	0.050
Отступ от низа прямого участка, мм	0.050
Число точек сбора с участка сопряж.	5
Отступ от верха участка сопряж., мм	0.100
Отступ от низа участка сопряж., мм	0.100

- **Вершины и впадины**

- **Число точек сбора с наклонного участка** – количество точек сбора с участка вершины под наклоном 10° или участка конуса впадин для ниппеля, или участка конуса вершин (впадин) для муфты (рекомендуется 5)

- **Отступ от верха наклонного участка** – отступ от соседнего верхнего кругового участка вершины (впадины) (рекомендуется 0,1)

- **Отступ от низа наклонного участка** – отступ от соседнего нижнего участка сопряжения вершины (впадины) (рекомендуется 0,1)

- **Число точек сбора с прямого участка** – количество точек сбора с участка вершины (впадины), параллельного оси резьбы (рекомендуется 5)
- **Отступ от верха прямого участка** – отступ от соседнего верхнего участка сопряжения вершины (впадины) (рекомендуется 0,1)
- **Отступ от низа прямого участка** – отступ от соседнего нижнего кругового участка вершины (впадины) (рекомендуется 0,1)
- **Число точек сбора с участка сопряжения** – количество точек сбора с участка сопряжения вершины (впадины) (рекомендуется 5)
- **Отступ от верха участка сопряжения** – отступ от соседнего верхнего наклонного участка вершины (впадины) (рекомендуется 0,1)
- **Отступ от низа участка сопряжения** – отступ от соседнего нижнего прямого участка вершины (впадины) (рекомендуется 0,1)

Для ниппеля ОПТИМА возможно измерение следующих дополнительных геометрических параметров (аналогично [ниппелю BM3-4](#)).

<input checked="" type="checkbox"/> Цилиндрическая проточка уплотнения Число точек сбора: 20 Уровень сечения от баз. плоскости, мм: -10.000 Угол наклона каретки: 15°00'00"	<input checked="" type="checkbox"/> Скругление между торцом и внутр. диаметром Число сечений: 4 Число точек в сечении: 20 Отступ от верхнего края, мм: 0.100 Отступ от нижнего края, мм: 0.100 Угол наклона каретки: 0°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Конус торца Число сечений: 4 Число точек в сечении: 20 Отступ от верхнего края, мм: 0.100 Отступ от нижнего края, мм: 0.100 Угол наклона каретки: 0°00'00"	<input checked="" type="checkbox"/> Наружный диаметр Число точек сбора: 20 Уровень сечения от баз. плоскости, мм: -140.000 Угол наклона каретки: 15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Конус наружного уступа Число сечений: 4 Число точек в сечении: 20 Отступ от верхнего края, мм: 0.500 Отступ от нижнего края, мм: 0.500 Угол наклона каретки: 15°00'00"	<input checked="" type="checkbox"/> Цилиндрическая проточка ниже резьбы Число точек сбора: 20 Уровень сечения от баз. плоскости, мм: -90.000 Угол наклона каретки: 15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Скругление между торцом и наруж. диаметром Число сечений: 4 Число точек в сечении: 20 Отступ от верхнего края, мм: 0.100 Отступ от нижнего края, мм: 0.100 Угол наклона каретки: 0°00'00"	<input checked="" type="checkbox"/> Цилиндрическая проточка выше уступа Число точек сбора: 20 Уровень сечения от баз. плоскости, мм: -128.000 Угол наклона каретки: 15°00'00"
<input checked="" type="checkbox"/> Скругление наружного уступа Число сечений: 4 Число точек в сечении: 20 Отступ от верхнего края, мм: 0.100 Отступ от нижнего края, мм: 0.100 Угол наклона каретки: 0°00'00"	<input checked="" type="checkbox"/> Внутренний диаметр Число точек сбора: 20 Уровень сечения от баз. плоскости, мм: -10.000 Угол наклона каретки: 15°00'00"

Для муфты ОПТИМА возможно измерение следующих дополнительных геометрических параметров (аналогично [муфте BM3-4](#)).

☒ Нижняя плоскость для определения длины муфты
Число точек сбора 3
Диаметр окружности сбора, мм 520.900
Угол наклона каретки 15°00'00"
Плоскость обращена вниз

☒ Цилиндрическая внутренняя расточка
Число точек сбора 20
Уровень сечения от баз. плоскости, мм -10.000
Угол наклона каретки 15°00'00"

☒ Цилиндрическая проточка уплотнения
Число точек сбора 20
Уровень сечения от баз. плоскости, мм -108.000
Угол наклона каретки 15°00'00"

☒ Коническое уплотнение в И.П.
Число сечений 4
Число точек в сечении 20
Отступ от верхнего края, мм 0.100
Отступ от нижнего края, мм 0.100
Угол наклона каретки 15°00'00"

☒ Конус уступа
Число сечений 4
Число точек в сечении 20
Отступ от верхнего края, мм 0.100
Отступ от нижнего края, мм 0.100
Угол наклона каретки 15°00'00"

☒ Конус торца
Число сечений 4
Число точек в сечении 20
Отступ от верхнего края, мм 0.500
Отступ от нижнего края, мм 0.500
Угол наклона каретки 15°00'00"

☒ Скругление между уступом и радиал. уплотнением
Число сечений 4
Число точек в сечении 20
Отступ от верхнего края, мм 0.100
Отступ от нижнего края, мм 0.100
Угол наклона каретки 15°00'00"

☒ Скругление между торцом и наружн. диаметром
Число сечений 4
Число точек в сечении 20
Отступ от верхнего края, мм 0.100
Отступ от нижнего края, мм 0.100
Угол наклона каретки 0°00'00"

☒ Скругление между торцом и внутр. диаметром
Число сечений 4
Число точек в сечении 20
Отступ от верхнего края, мм 0.100
Отступ от нижнего края, мм 0.100
Угол наклона каретки 0°00'00"

☒ Вершины витков резьбы с другого конца
Число сечений 4
Число витков 6
Число точек на вершине 5
Отступ от верхнего края, мм 0.100
Отступ от нижнего края, мм 0.100
Угол наклона каретки 15°00'00"

☒ Наружный диаметр
Число точек сбора 20
Уровень сечения от баз. плоскости, мм -10.000
Угол наклона каретки 15°00'00"

☒ Внутренний диаметр
Число точек сбора 20
Уровень сечения от баз. плоскости, мм -140.000
Угол наклона каретки 15°00'00"

Дополнительно задаются [параметры](#), аналогичные резьбам «Buttress», ОТТМ, ОТТГ.

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.7 Создание резьбового калибра типа LP по ГОСТ 34057-2017 и API 5B

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьбовые калибры магистральных трубопроводов (LP)» на экране появится окно задания параметров калибра.

Рис.3.21.1.7-1. Окно задания параметров калибра

В окне задания параметров калибра отображены следующие чертежные данные:

- Геометрические параметры

- Пробка или кольцо
- Тип калибра (LP по ГОСТ 34057-2017 или LP по API 5B)
- Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

Далее либо задаются пользовательские номиналы (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

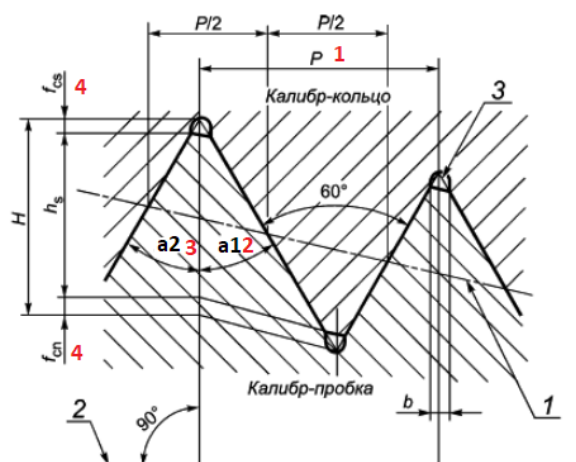
• Допуски

Либо задаются пользовательские допуски (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для калибра-пробки задаются:

Скос (конусность) резьбы	1 :	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	0.9410
Угол наклона верхнего профиля	2	30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	3	30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4	0.0940
Натяг резьбы S, мм	5	2.8190
Расстояние L4, мм	6	9.9670
Расстояние g, мм	7	5.1460
Средний диаметр резьбы E7, мм	8	9.5340
Наружный диаметр фланца D4, мм	9	10.2900
Диаметр проточки Du, мм	10	7.3000
Ширина проточки U, мм	11	2.8190

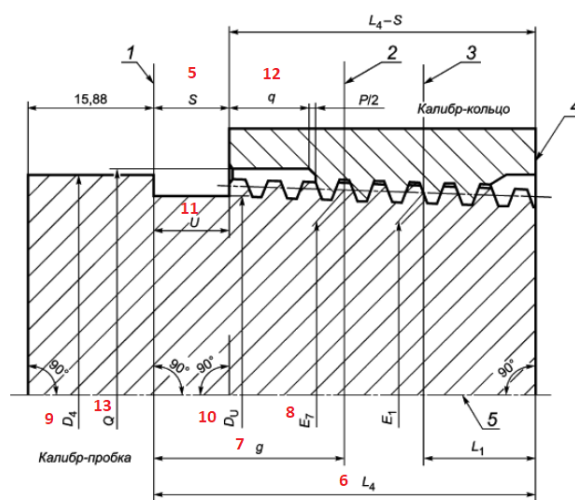
Скос (конусность), мм	0.008	0.000
Шаг резьбы, мм	0.005	-0.005
Угол верхнего профиля	0°15'00"	-0°15'00"
Угол нижнего профиля	0°15'00"	-0°15'00"
Расстояние L4, мм	0.025	-0.025
Наружный диаметр фланца D4, мм	0.250	-0.250
Средн. диаметр резьбы E7, мм	0.005	-0.005
Диаметр проточки Du, мм	0.510	-0.510
Ширина проточки U, мм	0.094	-0.094



Для калибра-кольца задаются:

Скос (конусность) резьбы	1 :	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	0.9398
Угол наклона верхнего профиля	3	30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	2	30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4	0.0940
Натяг резьбы S, мм	5	2.8194
Расстояние L4, мм	6	9.9670
Длина расточки q, мм	12	2.3368
Расстояние g, мм	7	5.1460
Средний диаметр резьбы E7, мм	8	9.5344
Диаметр расточки Q, мм	13	11.8872

Скос (конусность), мм	0.000	-0.015
Шаг резьбы, мм	0.010	-0.010
Угол верхнего профиля	0°20'00"	-0°20'00"
Угол нижнего профиля	0°20'00"	-0°20'00"
Расстояние L4-S, мм	0.051	-0.051
Диаметр расточки Q, мм	1000.00	0.000



Допуск на расстояние L4-S задается только для калибра-кольца LP по API 5B.

Величина допуска 1000 (–1000) означает задание минимума (максимума).

- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коефф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры калибра и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1.-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения калибра, отличающееся от окна на рис. [3.21.1.1-3](#) отсутствием возможности измерения скруглений и наличием возможности измерения дополнительных геометрических параметров. Измерение вершин и впадин может быть отключено.

Для калибра-пробки дополнительно задаются следующие параметры измерения.

- **Фланец калибра-пробки** – задает измерение фланца диаметром D_4 .

- **Число точек сбора** – число точек в сечении измерения фланца

- **Отступ от нижнего края проточки** – расстояние от нижнего края проточки до сечения измерения фланца

- **Угол наклона каретки** – дополнительный угол наклона каретки относительно оси Z при использовании щупов диаметром менее 2 мм. Рекомендуется задать значение 15°.

- **Нижняя плоскость для определения длины калибра**

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности нижнего края проточки

- **Диаметр окружности сбора** – диаметр окружности нижней плоскости (рекомендуется на 2-5 мм меньше диаметра фланца)

- **Угол наклона каретки** (рекомендуется 3 градуса)

- **Проточка (D_u , U)** – задает измерение проточки калибра диаметром D_u и шириной U .

- **Число точек сбора** – число точек в сечении измерения цилиндра проточки

- **Отступ от нижнего края** – расстояние от нижнего края проточки до сечения измерения цилиндра

- **Ширина проточки** – задает измерение ширины проточки.

Для калибров-колец дополнительно задаются следующие параметры измерения.

- **Цилиндрическая расточка (Q)**

☒ Цилиндрическая расточка (Q)

Число точек сбора

Уровень сечения от баз. плоскости, мм

Угол наклона каретки

○ **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности внутренней цилиндрической расточки диаметром Q

- **Уровень сечения от баз. плоскости** – расстояние (со знаком «—») от базовой плоскости до окружности сечения расточки
- **Угол наклона каретки** (рекомендуется 15 градусов)

Для всех типов калибров задаются дополнительные параметры, аналогичные резьбам (см п. [3.21.1.2](#)).

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.8 Создание резьбового калибра типа SC, LC по ГОСТ 34057-2017 и CSG по API 5B

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьбовые калибры обсадных труб с треугольной резьбой (SC, LC)» на экране появится окно задания параметров калибра.

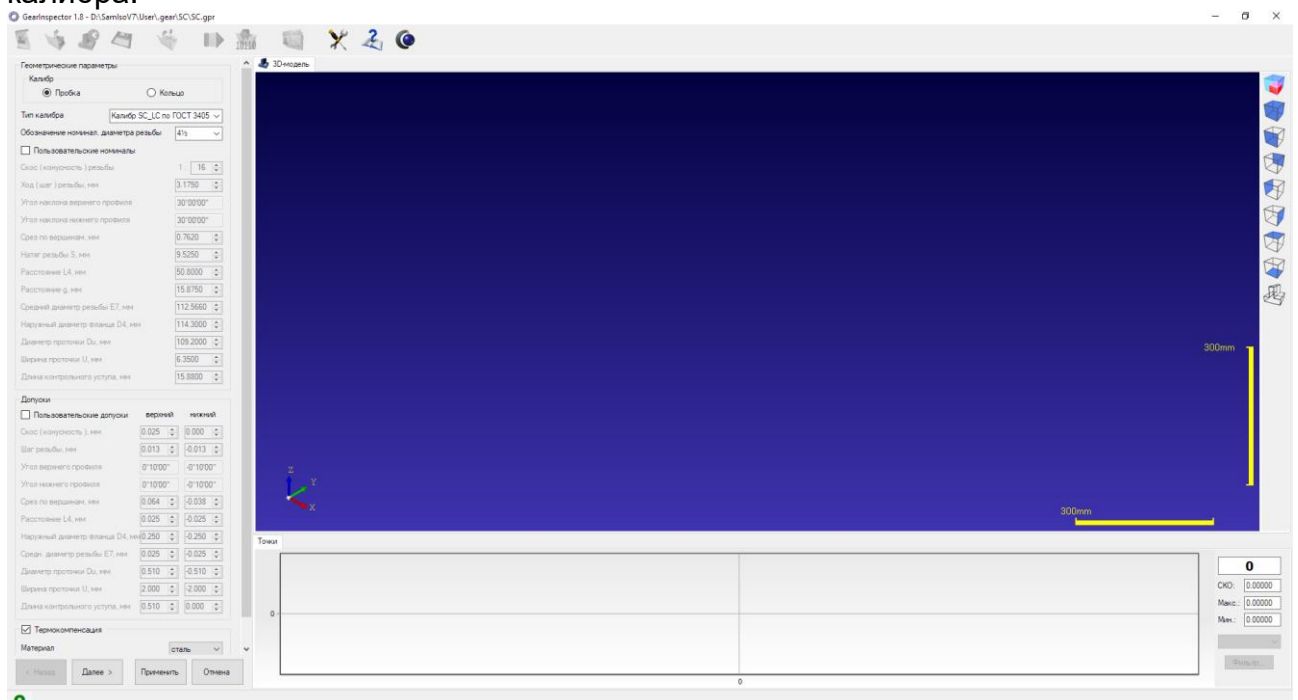


Рис.3.21.1.8-1. Окно задания параметров калибра

В окне задания параметров калибра отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Пробка или кольцо
 - Тип калибра (SC, LC по ГОСТ 34057-2017 или CSG по API 5B)
 - Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

Далее либо задаются пользовательские номиналы (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

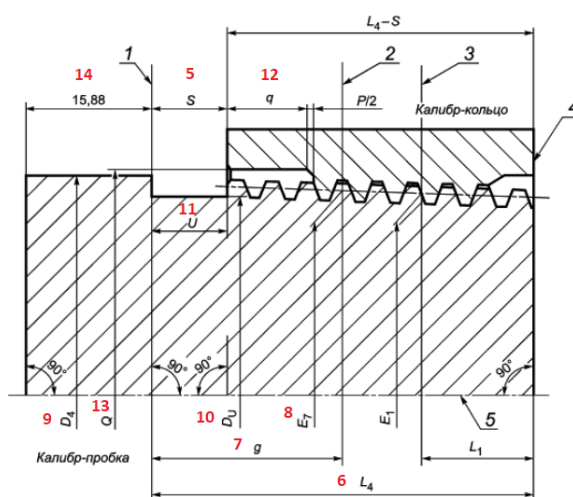
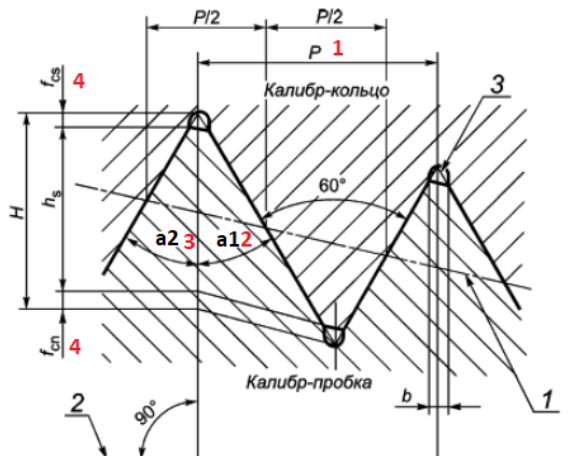
• Допуски

Либо задаются пользовательские допуски (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для калибра-пробки задаются:

Скос (конусность) резьбы	1 :	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	3.1750
Угол наклона верхнего профиля	2	30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	3	30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4	0.7620
Натяг резьбы S, мм	5	9.5250
Расстояние L4, мм	6	50.8000
Расстояние g, мм	7	15.8750
Средний диаметр резьбы E7, мм	8	112.5660
Наружный диаметр фланца D4, мм	9	114.3000
Диаметр проточки Di, мм	10	109.2000
Ширина проточки U, мм	11	6.3500
Длина контрольного уступа, мм	14	15.8800

Скос (конусность), мм	0.025	0.000
Шаг резьбы, мм	0.013	-0.013
Угол верхнего профиля	0°10'00"	-0°10'00"
Угол нижнего профиля	0°10'00"	-0°10'00"
Срез по вершинам, мм	0.064	-0.038
Расстояние L4, мм	0.025	-0.025
Наружный диаметр фланца D4, мм	0.250	-0.250
Средн. диаметр резьбы E7, мм	0.025	-0.025
Диаметр проточки Di, мм	0.510	-0.510
Ширина проточки U, мм	2.000	-2.000
Длина контрольного уступа, мм	0.510	0.000



Для калибра-кольца задаются:

Скос (конусность) резьбы	1 :	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	3.1750
Угол наклона верхнего профиля	3	30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	2	30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4	0.7620
Натяг резьбы S, мм	5	9.5250
Расстояние L4, мм	6	50.8000
Длина расточки q, мм	12	6.3500
Расстояние g, мм	7	15.8750
Средний диаметр резьбы E7, мм	8	112.5660
Диаметр расточки Q, мм	13	116.6900

Скос (конусность), мм	-0.005	-0.030
Шаг резьбы, мм	0.020	-0.020
Угол верхнего профиля	0°15'00"	-0°15'00"
Угол нижнего профиля	0°15'00"	-0°15'00"
Срез по вершинам, мм	0.102	0.000
Расстояние L4-S, мм	0.051	-0.051
Диаметр расточки Q, мм	1000.00	0.000

Допуск на расстояние L4-S задается только для калибра-кольца по API 5B.

• **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:

- **Материал** – из списка.
- **Козфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры калибра и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1.-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения калибра, аналогичное в части параметров измерения профиля, фланца, нижней плоскости и проточки окну, описанному в п. [3.21.1.7](#).

Для калибра-пробки дополнительно задаются следующие параметры измерения.

- **Контрольный уступ** – задает измерение нижней плоскости контрольного уступа для определения его длины. Задается вместе с нижней плоскостью для определения длины калибра.

- **Число точек сбора** – число точек в сечении измерения контрольного уступа
- **Отступ от наружного диаметра** – расстояние от наружного диаметра фланца до окружности измерения нижней плоскости контрольного уступа
- **Угол наклона каретки**

Для калибров-колец дополнительно задаются следующие параметры измерения.

- **Нижняя плоскость для определения длины калибра (только для API 5B)**

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности нижнего края проточки
- **Диаметр окружности сбора** – диаметр окружности нижней плоскости (рекомендуется на 2-5 мм меньше диаметра фланца)

- **Угол наклона каретки** (рекомендуется 3 градуса)

- **Цилиндрическая расточка (Q)**

- **Число точек сбора** – количество точек сбора с окружности внутренней цилиндрической расточки диаметром Q
- **Уровень сечения от баз. плоскости** – расстояние (со знаком «—») от базовой плоскости до окружности сечения расточки
- **Угол наклона каретки** (рекомендуется 15 градусов)

Для всех типов калибров задаются дополнительные параметры, аналогичные резьбам (см п. [3.21.1.2](#)).

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.9 Создание резьбового калибра типа NU по ГОСТ 34057-2017 и TBG по API 5B

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьбовые калибры НКН труб (NU)» на экране появится окно задания параметров калибра.

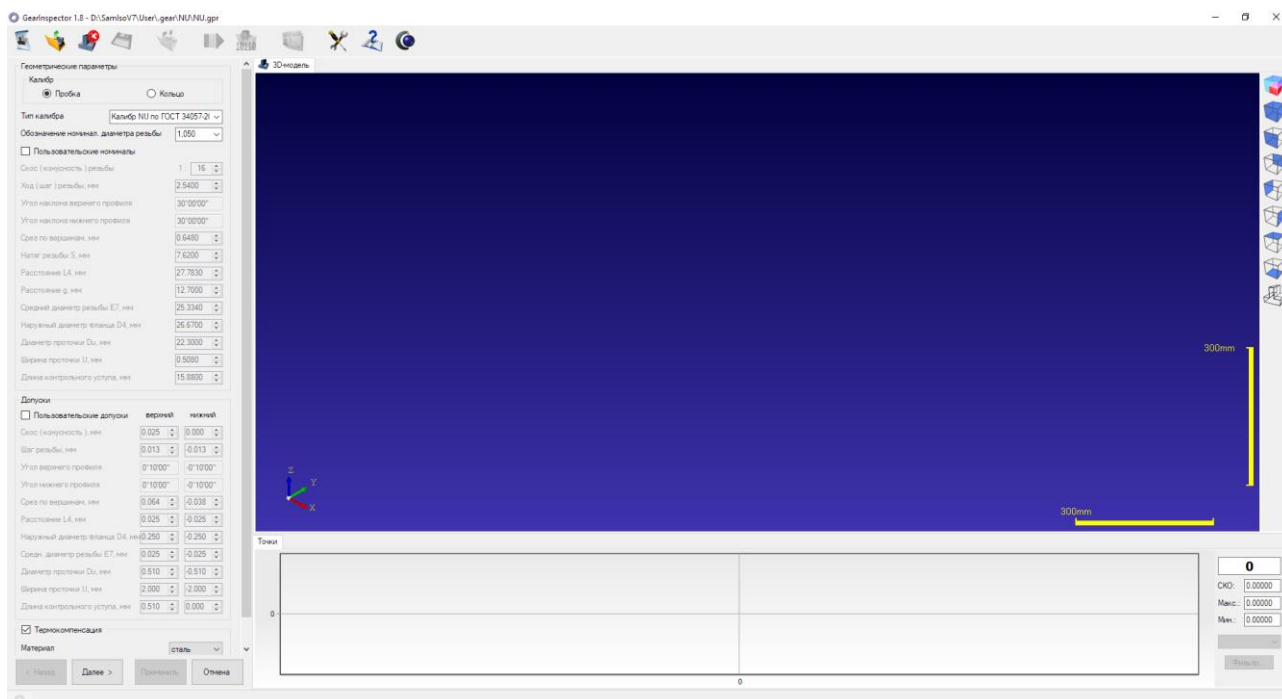


Рис.3.21.1.9-1. Окно задания параметров калибра

В окне задания параметров калибра отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Пробка или кольцо
 - Тип калибра (NU по ГОСТ 34057-2017 или TBG по API 5B)
 - Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

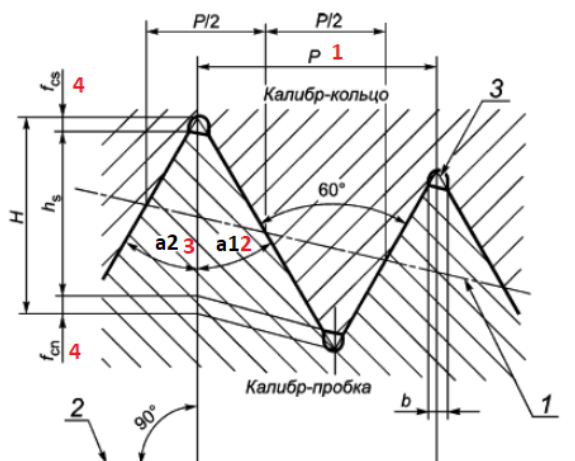
Далее либо задаются пользовательские номиналы (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

• Допуски

Либо задаются пользовательские допуски (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для калибра-пробки задаются:

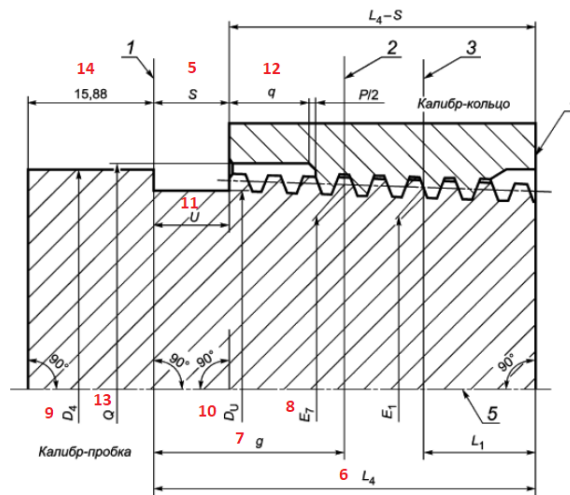
Скос (конусность) резьбы	1 : 16
Ход (шаг) резьбы, мм	1 2.5400
Угол наклона верхнего профиля	2 30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	3 30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4 0.6480
Натяг резьбы S, мм	5 7.6200
Расстояние L4, мм	6 27.7830
Расстояние g, мм	7 12.7000
Средний диаметр резьбы E7, мм	8 25.3340
Наружный диаметр фланца D4, мм	9 26.6700
Диаметр проточки Du, мм	10 22.3000
Ширина проточки U, мм	11 0.5080
Длина контрольного уступа, мм	14 15.8800



Скос (конусность), мм	0.025	0.000
Шаг резьбы, мм	0.013	-0.013
Угол верхнего профиля	0°10'00"	-0°10'00"
Угол нижнего профиля	0°10'00"	-0°10'00"
Срез по вершинам, мм	0.064	-0.038
Расстояние L4, мм	0.025	-0.025
Наружный диаметр фланца D4, мм	0.250	-0.250
Средн. диаметр резьбы E7, мм	0.025	-0.025
Диаметр проточки Du, мм	0.510	-0.510
Ширина проточки U, мм	2.000	-2.000
Длина контрольного уступа, мм	0.510	0.000

Для калибра-кольца задаются:

Скос (конусность) резьбы	1 :	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	2.5400
Угол наклона верхнего профиля	3	30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	2	30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4	0.6477
Натяг резьбы S, мм	5	7.6200
Расстояние L4, мм	6	27.7825
Длина расточки q, мм	12	5.0800
Расстояние g, мм	7	12.7000
Средний диаметр резьбы E7, мм	8	25.3340
Скос (конусность), мм	13	-0.005
Шаг резьбы, мм		0.020
Угол верхнего профиля		0°15'00"
Угол нижнего профиля		0°15'00"
Срез по вершинам, мм		0.102
Расстояние L4-S, мм		0.051
Диаметр расточки Q, мм		1000.00



Допуск на расстояние L4–S задается только для калибра-кольца по API 5B.

- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры калибра и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1.-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения калибра, полностью аналогичное окну, описанному в п. [3.21.1.8](#).

Для всех типов калибров задаются дополнительные параметры, аналогичные резьбам (см п. [3.21.1.2](#)).

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.10 Создание резьбового калибра типа EU по ГОСТ 34057-2017 и UPTBG по API 5B

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьбовые калибры НКТВ труб (EU)» на экране появится окно задания параметров калибра.

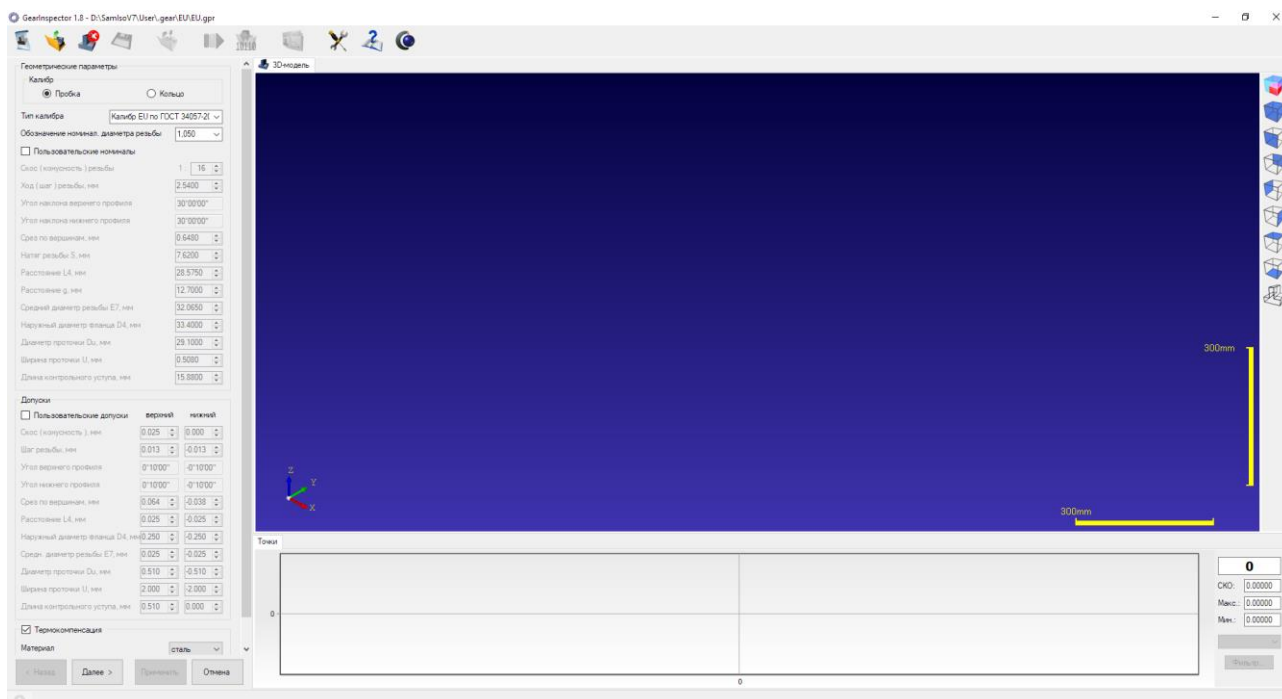


Рис.3.21.1.10-1. Окно задания параметров калибра

В окне задания параметров калибра отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Пробка или кольцо
 - Тип калибра (EU по ГОСТ 34057-2017 или UPTVG по API 5B)
 - Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

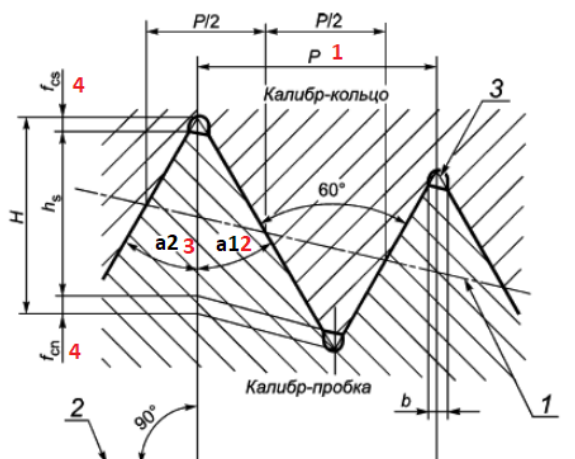
Далее либо задаются пользовательские номиналы (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

• Допуски

Либо задаются пользовательские допуски (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для калибра-пробки задаются:

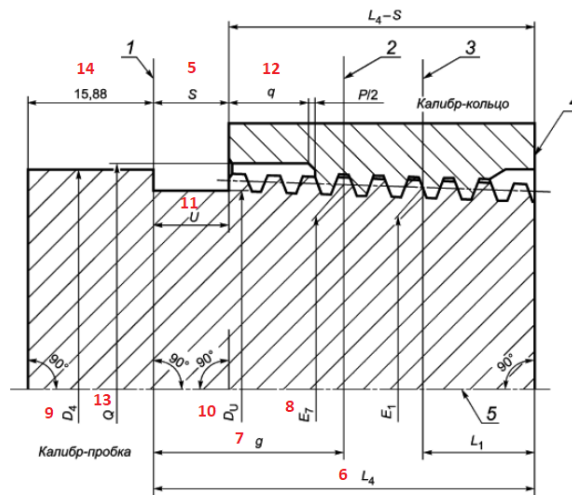
Скос (конусность) резьбы	1 : 16
Ход (шаг) резьбы, мм	1 2.5400
Угол наклона верхнего профиля	2 30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	3 30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4 0.6480
Натяг резьбы S, мм	5 7.6200
Расстояние L4, мм	6 28.5750
Расстояние g, мм	7 12.7000
Средний диаметр резьбы E7, мм	8 32.0650
Наружный диаметр фланца D4, мм	9 33.4000
Диаметр проточки Du, мм	10 29.1000
Ширина проточки U, мм	11 0.5080
Длина контрольного уступа, мм	14 15.8800



Скос (конусность), мм	0.025	0.000
Шаг резьбы, мм	0.013	-0.013
Угол верхнего профиля	0°10'00"	-0°10'00"
Угол нижнего профиля	0°10'00"	-0°10'00"
Срез по вершинам, мм	0.064	-0.038
Расстояние L4, мм	0.025	-0.025
Наружный диаметр фланца D4, мм	0.250	-0.250
Средн. диаметр резьбы E7, мм	0.025	-0.025
Диаметр проточки Du, мм	0.510	-0.510
Ширина проточки U, мм	2.000	-2.000
Длина контрольного уступа, мм	0.510	0.000

Для калибра-кольца задаются:

Скос (конусность) резьбы	1 :	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	2.5400
Угол наклона верхнего профиля	3	30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	2	30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4	0.6477
Натяг резьбы S, мм	5	7.6200
Расстояние L4, мм	6	28.5750
Длина расточки q, мм	12	5.0800
Расстояние g, мм	7	12.7000
Средний диаметр резьбы E7, мм	8	32.0650
Диаметр расточки Q, мм	12	35.0012
Скос (конусность), мм		-0.005 -0.030
Шаг резьбы, мм		0.020 -0.020
Угол верхнего профиля		0°15'00" -0°15'00"
Угол нижнего профиля		0°15'00" -0°15'00"
Срез по вершинам, мм		0.102 0.000
Расстояние L4-S, мм		0.051 -0.051
Диаметр расточки Q, мм		1000.00 0.000



Допуск на расстояние L4–S задается только для калибра-кольца по API 5B.

- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры калибра и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1.-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения калибра, полностью аналогичное окну, описанному в п. [3.21.1.8](#).

Для всех типов калибров задаются дополнительные параметры, аналогичные резьбам (см п. [3.21.1.2](#)).

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.11 Создание резьбового калибра типа Р, К–Р по ГОСТ 10654-81

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьбовые калибры для треугольной резьбы насосно-компрессорных труб и муфт (Р, К–Р)» на экране появится окно задания параметров калибра.

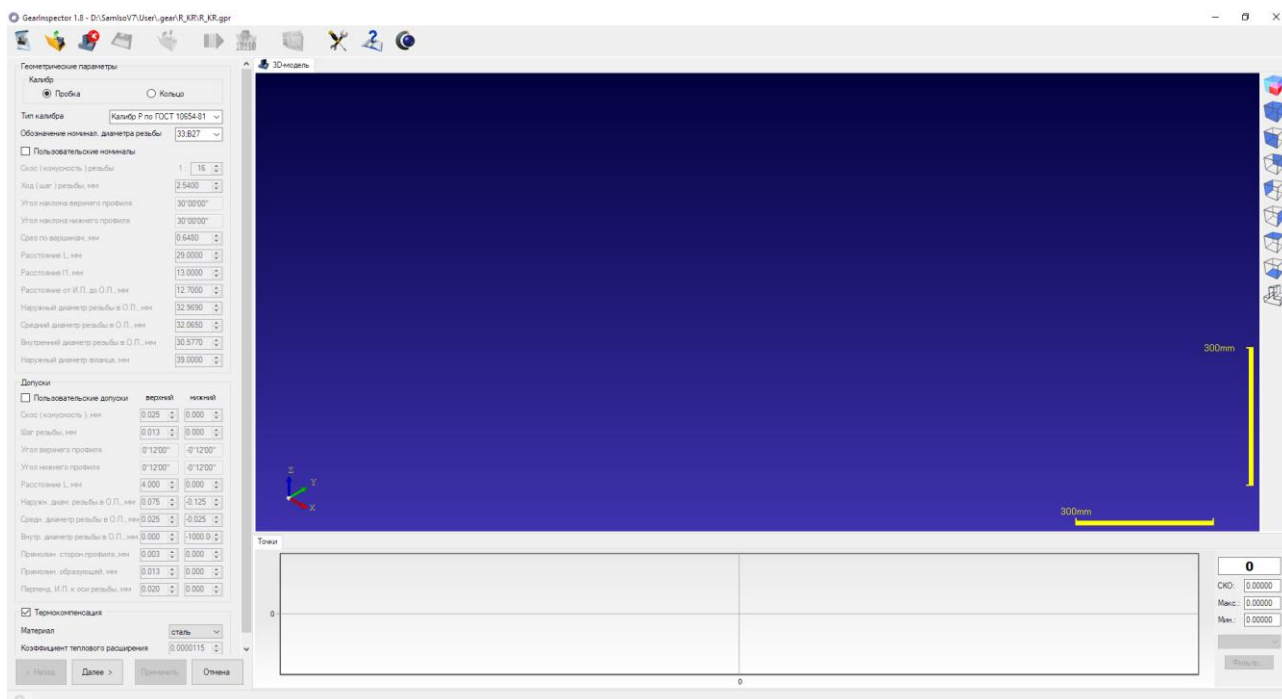


Рис.3.21.1.11-1. Окно задания параметров калибра

В окне задания параметров калибра отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Пробка или кольцо
 - Тип калибра (Р или К–Р по ГОСТ 10654-81)
 - Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

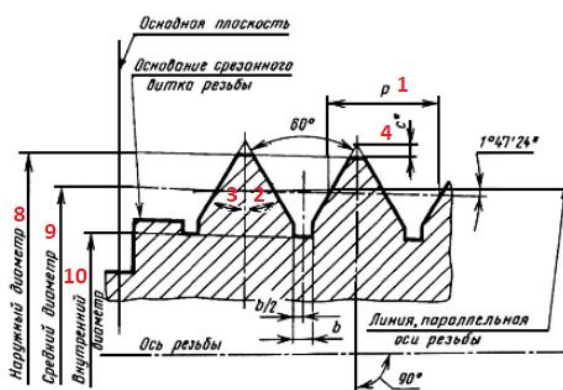
Далее либо задаются пользовательские номиналы (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

- **Допуски**

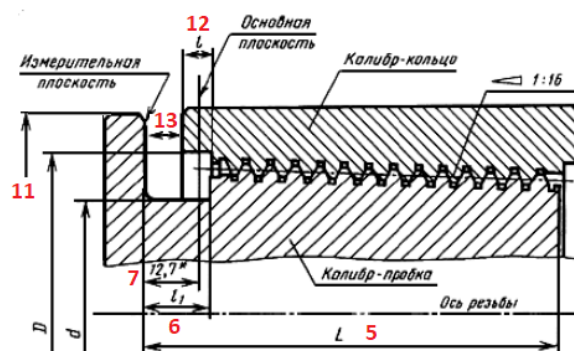
Либо задаются пользовательские допуски (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для калибра-пробки задаются:

Скос (конусность) резьбы	1: 16
Ход (шаг) резьбы, мм	1 2.5400
Угол наклона верхнего профиля	2 30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	3 30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4 0.6480
Расстояние L, мм	5 29.0000
Расстояние IT, мм	6 13.0000
Расстояние от И.П. до О.П., мм	7 12.7000
Наружный диаметр резьбы в О.П., мм	8 32.9690
Средний диаметр резьбы в О.П., мм	9 32.0650
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	10 30.5770
Наружный диаметр фланца, мм	11 39.0000

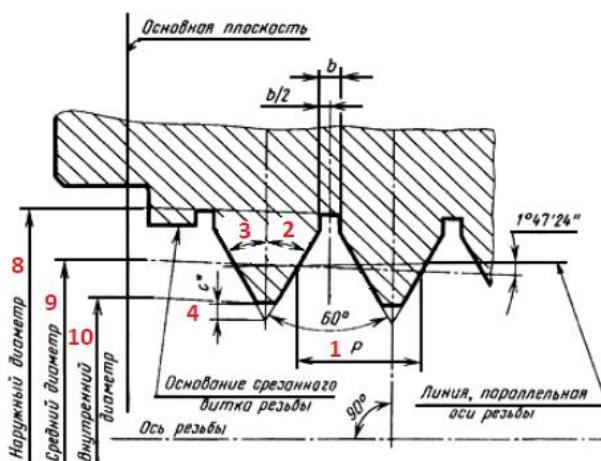


Скос (конусность), мм	0.025	0.000
Шаг резьбы, мм	0.013	0.000
Угол верхнего профиля	0°12'00"	-0°12'00"
Угол нижнего профиля	0°12'00"	-0°12'00"
Расстояние L, мм	4.000	0.000
Наружн. диам. резьбы в О.П., мм	0.075	-0.125
Средн. диаметр резьбы в О.П., мм	0.025	-0.025
Внутр. диаметр резьбы в О.П., мм	0.000	-1000.0
Прямолин. сторон профиля, мм	0.003	0.000
Прямолин. образующей, мм	0.013	0.000
Перпенд. И.П. к оси резьбы, мм	0.020	0.000



Для калибра-кольца задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	2.5400
Угол наклона верхнего профиля	3	30°00'00"
Угол наклона нижнего профиля	2	30°00'00"
Срез по вершинам, мм	4	0.6480
Натяг резьбы S, мм	13	5.0000
Расстояние L, мм	5	29.0000
Расстояние l, мм	12	10.0000
Расстояние от И.П. до О.П., мм	7	12.7000
Наружный диаметр резьбы в О.П., мм	8	33.5530
Средний диаметр резьбы в О.П., мм	9	32.0650
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	10	31.1610



• **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:

- **Материал** – из списка.
- **Коэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры калибра и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения калибра, аналогичное в части параметров измерения профиля и нижней плоскости окну, описанному в п. [3.21.1.7](#).

Для всех типов калибров задаются дополнительные параметры, аналогичные резьбам (см п. [3.21.1.2](#)).

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.1.12 Создание резьбового калибра по ТУ 14-3-1575-88

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Резьбовые калибры для обсадных труб и муфт по ТУ 14-3-1575-88» на экране появится окно задания параметров калибра.

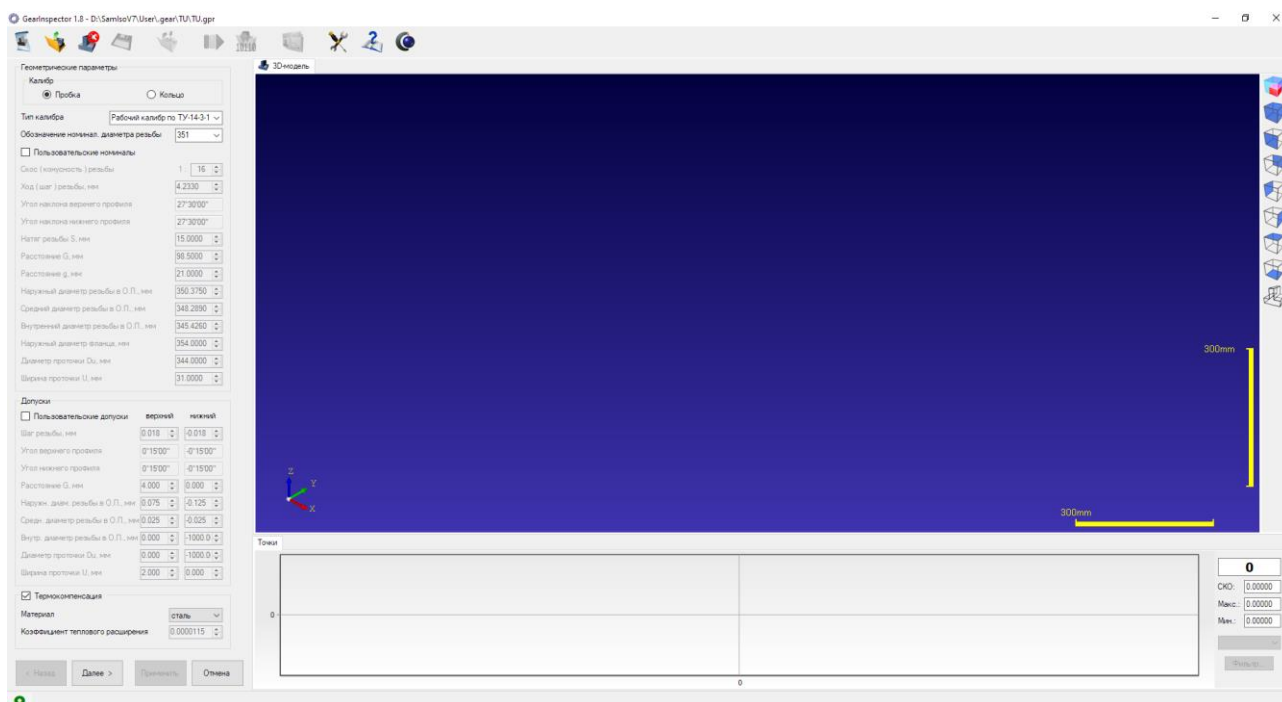


Рис.3.21.1.12-1. Окно задания параметров калибра

В окне задания параметров калибра отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Пробка или кольцо
 - Тип калибра (рабочий или контрольный по ТУ 14-3-1575-88)
 - Обозначение номинального диаметра резьбы (в дюймах или миллиметрах в зависимости от стандарта)

Далее либо задаются пользовательские номиналы (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

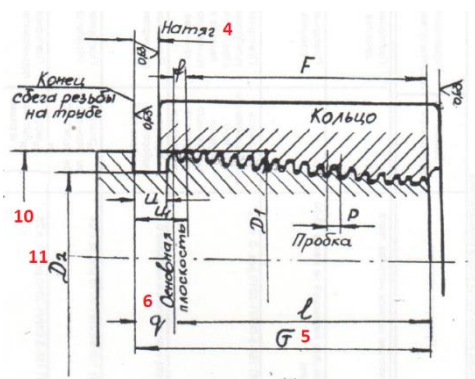
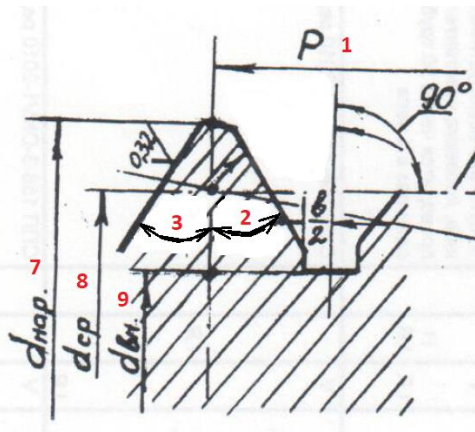
- **Допуски**

Либо задаются пользовательские допуски (если калибр нестандартный), либо используются значения из соответствующего стандарта.

Для калибра-пробки задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	4.2330
Угол наклона верхнего профиля	2	27°30'00"
Угол наклона нижнего профиля	3	27°30'00"
Натяг резьбы S, мм	4	15.0000
Расстояние G, мм	5	98.5000
Расстояние g, мм	6	21.0000
Наружный диаметр резьбы в О.П., мм	7	350.3750
Средний диаметр резьбы в О.П., мм	8	348.2890
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	9	345.4260
Наружный диаметр фланца, мм	10	354.0000
Диаметр проточки D _п , мм	11	344.0000
Ширина проточки U, мм	12	31.0000

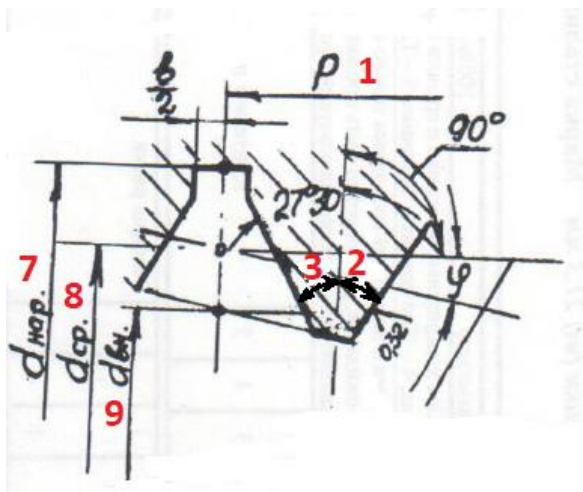
Шаг резьбы, мм	0.018	-0.018
Угол верхнего профиля	0°15'00"	-0°15'00"
Угол нижнего профиля	0°15'00"	-0°15'00"
Расстояние G, мм	4.000	0.000
Наружн. диам. резьбы в О.П., мм	0.075	-0.125
Средн. диаметр резьбы в О.П., мм	0.025	-0.025
Внутр. диаметр резьбы в О.П., мм	0.000	-1000.0
Диаметр проточки D _п , мм	0.000	-1000.0
Ширина проточки U, мм	2.000	0.000



Для калибра-кольца задаются:

Скос (конусность) резьбы	1:	16
Ход (шаг) резьбы, мм	1	4.2330
Угол наклона верхнего профиля	3	27°30'00"
Угол наклона нижнего профиля	2	27°30'00"
Натяг резьбы S, мм	4	15.0000
Расстояние G, мм	5	98.5000
Расстояние g, мм	6	21.0000
Наружный диаметр резьбы в О.П., мм	7	351.1520
Средний диаметр резьбы в О.П., мм	8	348.2890
Внутренний диаметр резьбы в О.П., мм	9	346.2030

Шаг резьбы, мм	0.025	-0.025
Угол верхнего профиля	0°20'00"	-0°20'00"
Угол нижнего профиля	0°20'00"	-0°20'00"
Наружн. диам. резьбы в О.П., мм	1000.00	0.000
Средн. диаметр резьбы в О.П., мм	0.025	-0.025
Внутр. диаметр резьбы в О.П., мм	0.125	-0.075



- **Термокомпенсация** – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - **Материал** – из списка.
 - **Козэфф. теплового расширения** – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры калибра и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования, полностью аналогичны окну на рис. [3.21.1.1.-2](#).

Задайте параметры базирования, затем параметры КИМ и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения калибра, аналогичное в части параметров измерения профиля, нижней плоскости и проточки окну, описанному в п. [3.21.1.7](#).

Для всех типов калибров задаются дополнительные параметры, аналогичные резьбам (см п. [3.21.1.2](#)).

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «Применить».

3.21.2 Измерение резьбового калибра или резьбы

ВНИМАНИЕ! Все параметры резьбового калибра (резьбы), влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством **GearInspector**, следует перезапустить DMIS-программу.

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и

нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector»



Щупы, необходимые для измерения резьбового калибра (резьбы)

Для измерения резьбового калибра (резьбы) в вертикальном положении используются два щупа: прямой и Г-образный. Г-образный щуп калибруется в нескольких угловых положениях поворотной щуповой головки Renishaw PH10M. Число калибровочных положений должно совпадать с числом измеряемых сечений профиля резьбы. Углы калибровочных положений должны иметь вид: (0, В), где В – равномерно распределенные в диапазоне от -180° до 180° углы-В поворотной головки. Так, для 4-х измеряемых сечений нужно откалибровать щуп в 4-х угловых положениях: (0,0), (0,90), (0,180), (0,-90).

Для экономии времени на калибровку щупов рекомендуется в качестве прямого щупа использовать эталонный щуп, если только измеряемая деталь – не муфта НКМ или ВМЗ-4. При калибровке Г-образного щупа также будет откалиброван эталонный щуп. Для сохранения обоих щупов калиброванными рекомендуется поставить в настройках калибровки щупа галочку «Сохранять щупы калиброванными», либо использовать магазин смены щупов.

Установка детали в рабочей области КИМ при измерении в вертикальном положении

Резьбовой калибр (резьба) устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Ось резьбы должна быть параллельна оси Z СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали.

Калибр-пробка (ниппель) устанавливается так, чтобы ось конуса резьбы была направлена вниз, а калибр-кольцо (муфта) – так, чтобы ось конуса резьбы была направлена вверх.

Если резьба пересекается осевыми проточками, деталь нужно сориентировать по азимуту таким образом, чтобы проточки не попали на измеряемые сечения профиля и конуса вершин.

Если планируется измерение нижней плоскости калибра, а в нижней плоскости деталь имеет паз, то этот паз должен быть сориентированным в соответствии с заданным азимутом в параметрах измерения.

Если при этом резьба (муфта) устанавливается на 3-х магнитных стойках, рекомендуется измерять нижнюю плоскость в 3-х точках, при этом стойки нужно расположить примерно через 120° так, чтобы со стороны «+X» был свободный подход к нижней части муфты Г-щупом в угловом положении (0, 180).

Установка детали в рабочей области КИМ при измерении в горизонтальном положении

Деталь (ниппель или труба) устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Ось резьбы должна быть параллельна оси X или Y СКМ (в зависимости от заданной ориентации в настройках измерения). Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали.

Деталь устанавливается так, чтобы ось конуса резьбы была направлена в сторону, соответствующую заданной ориентации (+X, -X, +Y, -Y).

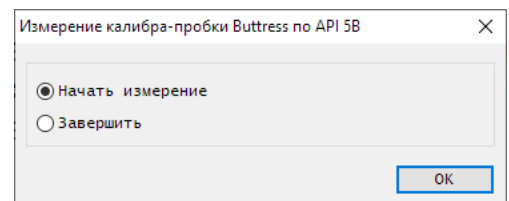
Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Направление оси Z совпадает с направлением оси конуса резьбы для калибров-колец (муфт) и обратна направлению оси конуса резьбы для калибров-пробок (ниппелей). Ось X (или ось Z в горизонтальном положении) направлена в сторону заданной оси и параллельна плоскости XY СКМ. Начало по XY находится на оси конуса резьбы. Начало по Z находится на верхней базовой плоскости.

Автоматическое базирование

Автоматическое базирование реализовано только для измерения в вертикальном положении. Для измерения в горизонтальном положении используется ручное или полуавтоматическое базирование.

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы и выбора пункта «Начать измерение». Это окно не появляется при запуске программы в режиме продолжения.



Затем будет выдан запрос на смену щупа. Если текущий щуп – выбранный для измерения прямой, то можно продолжить программу. Если нужно установить другой щуп, то выбрать соответствующий пункт, после чего в редакторе щупов выбрать и сделать калиброванным нужный прямой щуп.

В случае смены щупа DMIS-программа попросит перейти в режим пульта, сменить щуп, после чего выйти из режима пульта для продолжения работы. Рекомендуется после смены щупа сбросить касание датчика и переместить щуп на небольшое расстояние, чтобы убедиться в отсутствии касания.

Затем DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм над базовой плоскостью справа от центра резьбы так, чтобы ось X проходила через центр резьбы. Центр шарика щупа при этом должен находиться примерно над краем цилиндра для грубой базировки.

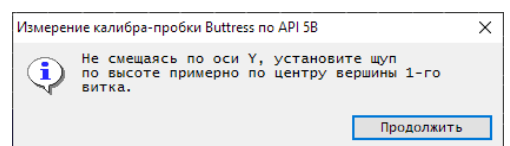
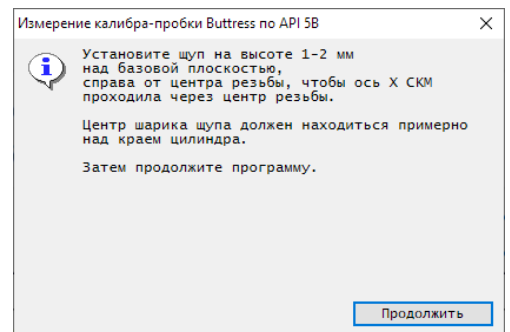
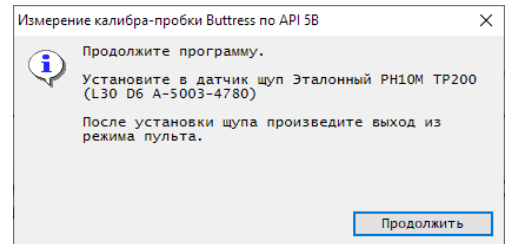
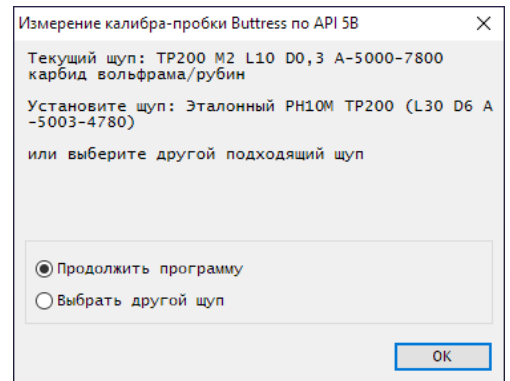
Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

После измерения каждого элемента программа будет выдавать запрос на фильтрацию точек, если она была включена пользователем в параметрах базирования.

После базировки по верхней базовой плоскости и цилиндру для грубой базировки программа попросит установить щуп по центру вершины 1-го витка 1-го сечения. Щуп не следует смещать по оси Y, только по осям X и Z. 1-е сечение расположено в направлении «+X». Измерение профиля резьбы будет производиться, начиная с витка, над вершиной которого был установлен щуп, а точнее, со стороны профиля, расположенной ниже вершины 1-го витка.

После установки щупа и выхода из режима пульта для продолжения работы программа произведет базирование по конусу вершин и, если необходимо, выполнит измерение некоторых элементов, необходимых для последующего выполнения расчета дополнительных геометрических параметров, для которых требуется прямой щуп.

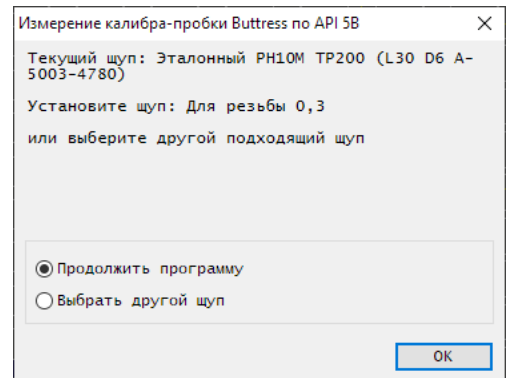
В случае, если для муфты задано измерение резьбы с другого конца, то после измерения конуса вершин резьбы верхнего конца муфты программа предложит оператору установить щуп примерно по центру вершины самого нижнего витка 1-го



сечения, после чего произойдет поиск вершины витка и измерение конуса вершин резьбы нижнего конца муфты.

Затем будет выдан запрос на смену щупа, аналогичный вышеописанному. Теперь требуется установить Г-образный щуп. Рекомендуется после смены щупа сбросить касание датчика и переместить щуп на небольшое расстояние, чтобы убедиться в отсутствии касания.

После смены щупа и выхода из режима пульта для продолжения работы DMIS-программа сначала автоматически измерит (если необходимо) оставшиеся элементы для последующего расчета дополнительных геометрических параметров.



После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

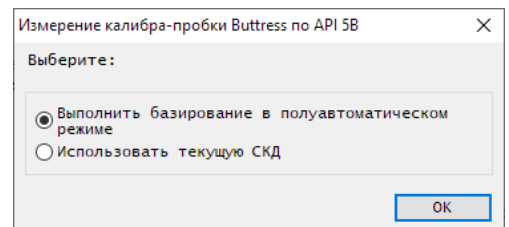
Если по какой-либо причине базирование было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить базирование с того элемента, на котором прервалось базирование.

Ручное или полуавтоматическое базирование

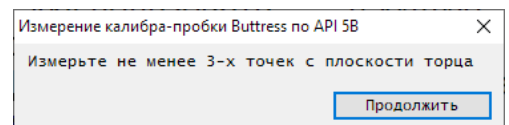
Ручное или полуавтоматическое базирование выполняется при выборе пользователем соответствующего варианта в параметрах базирования, либо всегда при измерении в горизонтальном положении.

После запуска измерительной программы на экране появляется окно с выбором варианта базирования.

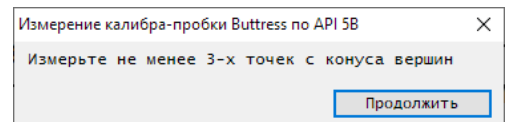
Вариант «Использовать текущую СКД» используется при ручном базировании. В этом случае СКД измерения должна быть установлена заранее, перед запуском измерительной программы.



При выборе варианта «Выполнить базирование в полуавтоматическом режиме» на экране последовательно появятся запросы на измерение торца и конуса вершин.



После ручного измерения торца и конуса вершин программа автоматически измерит эти элементы еще раз так же, как при автоматическом базировании, то есть запустится описанная выше процедура автоматического базирования с пропуском начальной установки щупа над торцом и измерения базового цилиндра.



Измерение

После окончания базирования программа автоматически измерит заданные сечения профиля резьбы.

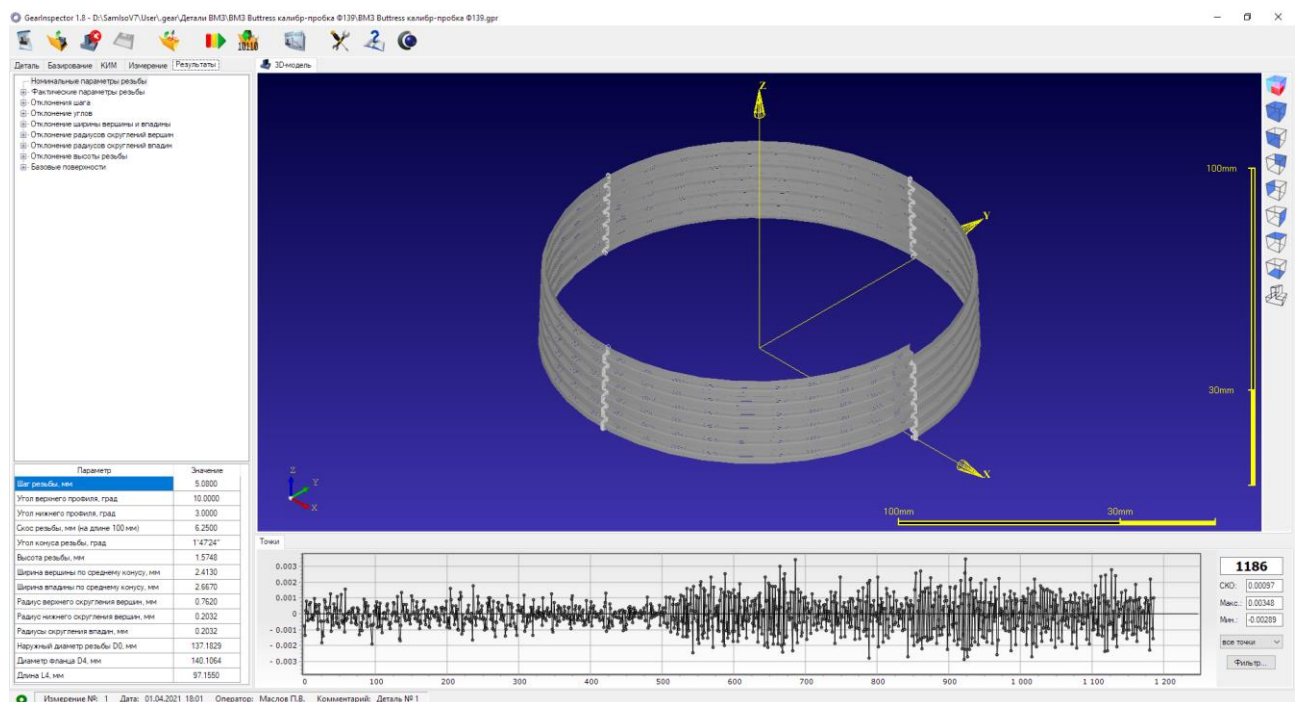
Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы нужно перейти в систему *GearInspector*, нажать кнопку «OK» и загрузить результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.21.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.

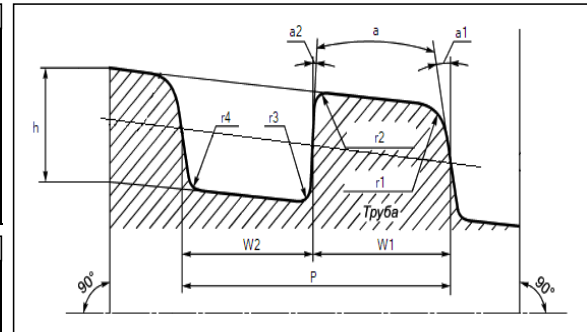
Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек и выбор участков профилей для визуализации отклонений: отдельно вершины, впадины, линейные участки профиля, скругления, конусы вершин, впадин.

3.21.4 Отчет по результатам измерения

Пример отчета – см. рис. [3.21.4-1](#).

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ		
		Buttress по API 5B		
КИМ-1200	01.04.2021 18:01	Чертеж: 1	Щуп: TP200 / 0.293 мм	
№ 44	Комментарий: Деталь № 1	Проект: ВМЗ Buttress калибр-пробка Ф139	Температура: 20.0 °C	
			Измерение №: 1	

Номинальные параметры резьбы		
Вид резьбы	Buttress	
Наименование стандарта	API 5B	
Тип детали	Калибр-пробка	
Номинальный диаметр резьбы, мм	139.700	
Скос (конусность) резьбы (на длине 100 мм)	6.250 (1/16)	
Шаг резьбы, мм	5.080	
Угол верхнего профиля, град	10.000	
Угол нижнего профиля, град	3.000	
	Конус вершин	Конус впадин
Скос (конусность) (на длине 100 мм)	6.264	6.246
Среднеквадратичное отклонение, м	0.001	0.004
Отклонение формы, мм	0.006	0.037

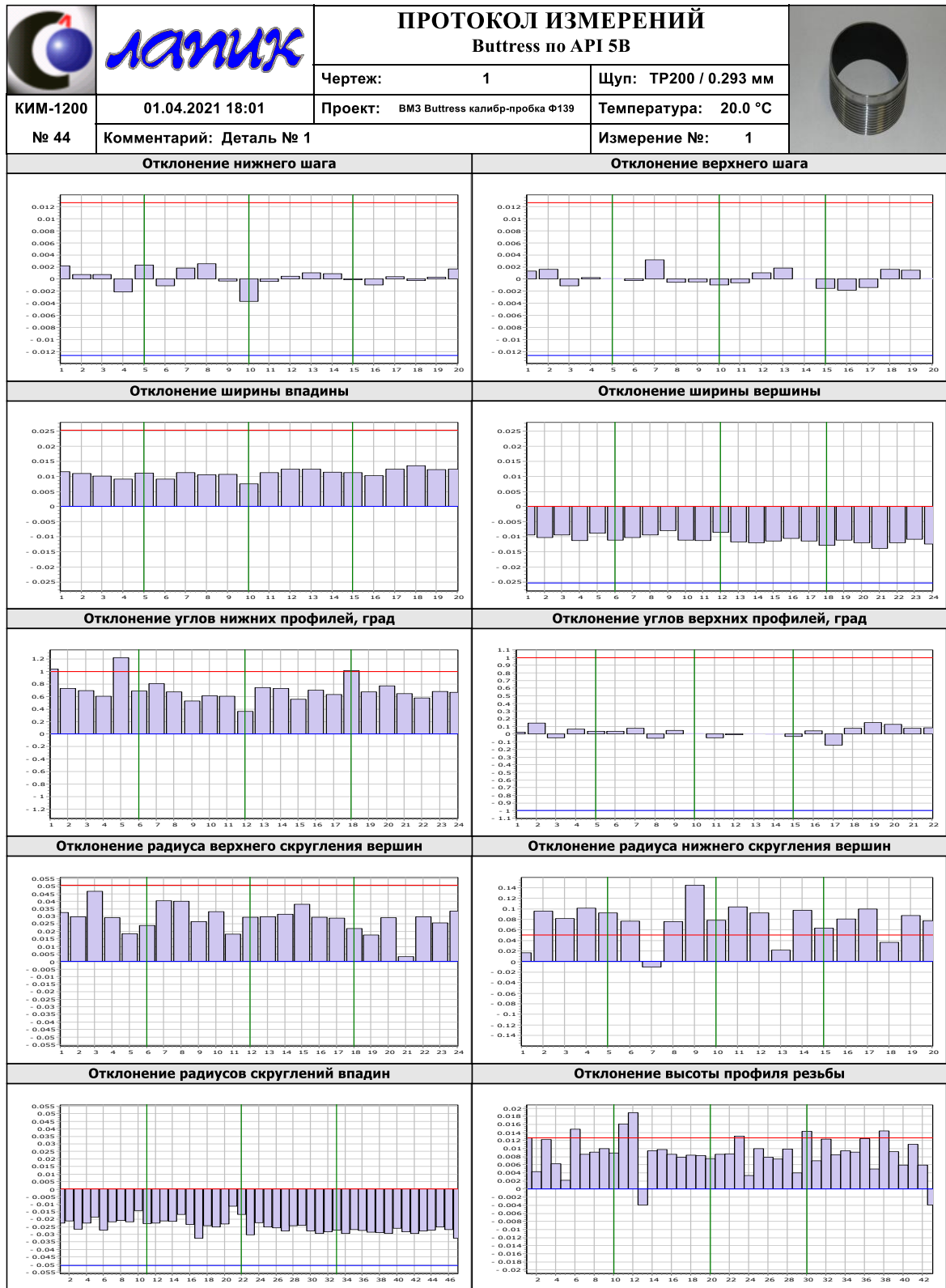


Показатели точности по API 5B	Номинал, мм	Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Скос (конусность) резьбы на длине 92.075		5.755	0.025	5.751	-0.004 100-
Верхний шаг резьбы (средний)	P	5.080	0.013 / -0.013	5.080	- 2
Нижний шаг резьбы (средний)	P	5.080	0.013 / -0.013	5.080	- 2
Высота профиля резьбы (средняя)	h	1.575	0.013	1.584	- 37
Угол наклона верхнего профиля (средний)	a1	10°00'00"	1°00'00" / -1°00'00"	10°01'49"	- 3
Угол наклона нижнего профиля (средний)	a2	3°00'00"	1°00'00"	3°42'28"	- 42
Ширина вершины (средняя)	w1	2.413	-0.025	2.402	- 14
Ширина впадины (средняя)	w2	2.667	0.025	2.678	- -13
Радиус вершины верхний (средний)	r1	0.762	0.051	0.791	- 13
Радиус вершины нижний (средний)	r2	0.203	0.051	0.279	0.025 100+
Радиус впадины верхний (средний)	r3	0.203	-0.051	0.181	- 13
Радиус впадины нижний (средний)	r4	0.203	-0.051	0.176	- -7
Внешний диаметр резьбы в торце	D0	137.183	0.013 / -0.013	137.181	- -15
Внешний диаметр фланца	D4	140.106	0.025 / -0.025	140.174	0.043 100+
Длина резьбы, L4		97.155	0.025 / -0.025	97.180	- 98
Овальность резьбы		0.000		0.006	
Круглость резьбы		0.000		0.006	

Оператор: Маслов П.В.

Page 1 of 2

(Подпись)



Оператор: Маслов П.В.

Page 2 of 2

(Подпись)

Рис.3.21.4-1. Пример отчета по результатам измерений резьбового калибра

3.22 Контроль зуборезных чистовых долбяков

3.22.1 Создание долбяка

После выбора в окне (рис. [2.1.1-1](#)) типа «Долбяк» на экране появится окно задания параметров долбяка.

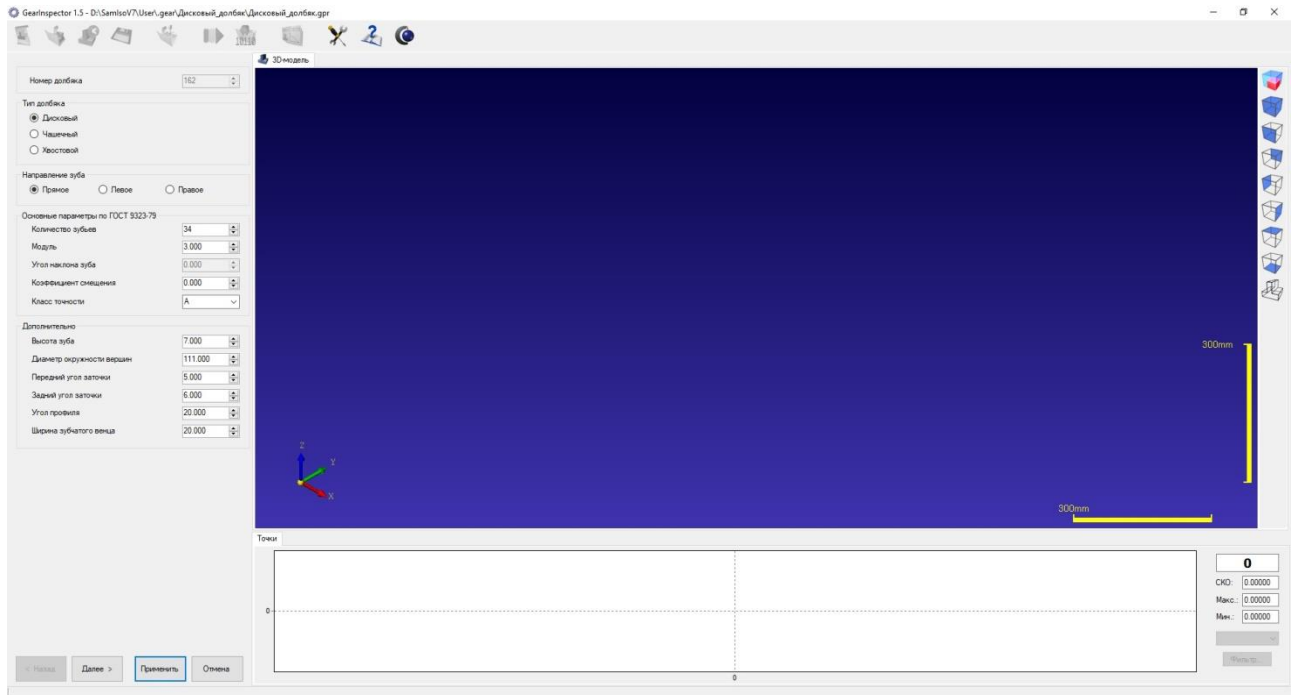


Рис.3.22.1-1. Окно задания параметров долбяка

В окне задания параметров долбяка отображены следующие чертежные данные:

- **Номер долбяка** – этот параметр предназначен для дальнейшего развития системы, но пока заблокирован
- **Тип долбяка** – выбирается один из следующих трех типов
 - **Дисковый**
 - **Чашечный**
 - **Хвостовой**
- **Направление зуба**
 - **Прямое** – для прямых долбяков
 - **Левое** – для косозубых долбяков
 - **Правое** – для косозубых долбяков
- **Основные параметры по ГОСТ 9323-79**
 - **Количество зубьев**
 - **Модуль** – этот параметр можно взять из ГОСТ 9323-79 (согласно номеру долбяка)
 - **Угол наклона зубьев** – задается в градусах и работает только для косозубых долбяков. Этот параметр можно взять из ГОСТ 9323-79 (согласно номеру долбяка)

- **Коэффициент смещения** – этот параметр можно взять из ГОСТ 9323-79 (согласно номеру долбяка)
- **Класс точности** – в выпадающем списке можно выбрать один из возможных классов точности: AA, A, B
- **Дополнительно**
 - **Высота зуба** – этот параметр измеряется непосредственно по детали, но если он окажется настолько большим, что дно впадины окажется за пределами эвольвенты, то система сама его уменьшит, чтобы такого выхода не было
 - **Диаметр окружности вершин** – этот параметр можно взять из ГОСТ 9323-79 (согласно номеру долбяка)
 - **Передний угол заточки** – этот параметр можно взять из ГОСТ 9323-79
 - **Задний угол заточки** – этот параметр можно взять из ГОСТ 9323-79
 - **Угол профиля** – для ГОСТ 9323-79 он всегда равен 20, но в случае нестандартных долбяков его можно изменить
 - **Ширина зубчатого венца зуба** – этот параметр измеряется непосредственно по детали и согласно ему будет измеряться линия задней заточки зуба

Задайте параметры долбяка и нажмите кнопку *«Далее»*.

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Окно задания параметров базирования аналогично окнам задания параметров базирования для других типов деталей (например, для цилиндрической шестерни). В случае дискового или чашечного долбяка базироваться нужно по цилиндру, а в случае хвостового – по конусу.

В случае хвостового долбяка базировочный конус находится ниже зубчатого венца и поэтому отход для грубой базировки должен быть выбран достаточно большим, для того, чтобы при переходе от верхней базировочной плоскости к конусу шарик щупа не задел зубчатый венец.

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку *«Далее»*.

На экране появится окно задания параметров КИМ, полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ и нажмите кнопку *«Далее»*.

На экране появится окно задания параметров измерения долбяка.

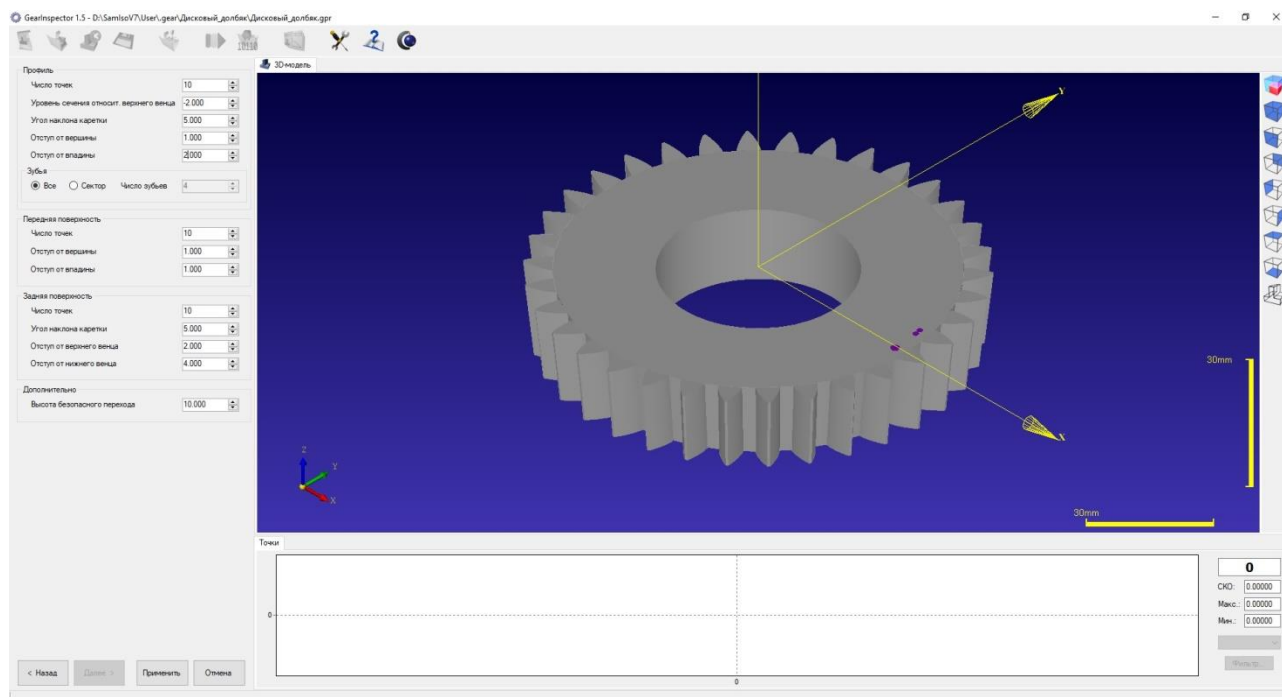


Рис.3.22.1-3. Окно задания параметров измерения долбяка

Ниже приведено краткое описание параметров измерения долбяка.

• Профиль

- **Число точек** - количество точек сбора с линии каждого профиля
- **Уровень сечения относит. верхнего венца** – этот параметр задает уровень сбора точек профиля относительно верхнего зубчатого венца. Желательно выбирать его от -1 до -2 мм
- **Угол наклона каретки** – задается в градусах
- **Отступ от вершин** – отступ от кромки вершин при сборе с сечения профиля
- **Отступ от впадины** – отступ от ножки зуба при сборе с сечения профиля
- **Зубья** – можно измерить все зубья или сектор (с указанием количества зубьев), но желательно измерять все зубья.

• Передняя поверхность

- **Число точек** – количество точек сбора с линии переднего угла
- **Отступ от вершины** – отступ от кромки вершин при сборе с сечения передней поверхности
- **Отступ от впадины** – отступ от ножки зуба при сборе с сечения передней поверхности

• Задняя поверхность

- **Число точек** – количество точек сбора с линии заднего угла
- **Угол наклона каретки** – задается в градусах
- **Отступ от верхнего венца**
- **Отступ от нижнего венца**

• Дополнительно

- **Высота безопасного перехода**

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку «**Применить**».

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан в п. [3.22.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку «ОК» и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.22.2 Измерение долбяка

ВНИМАНИЕ! Все параметры долбяка, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством **GearInspector**, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и



нажмите кнопку «Измерить деталь GearInspector».

Если измерение производится не первый раз, то появится запрос об удалении результатов предыдущего измерения, в том числе и результатов базирования.

Установка детали в рабочей области КИМ

Долбяк устанавливается на рабочем столе по возможности в центре рабочей зоны. Ось долбяка должна быть параллельна оси Z СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. По азимуту долбяк должен быть установлен так, чтобы ось ОХ СКМ проходила по центру впадины перед первым измеряемым зубом.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z параллельна оси Z СКМ. Начало по Z совпадает с самой верхней точкой верхнего венца.

Автоматическое базирование

Процедура автоматической базировки стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-программа попросит пользователя поставить щуп на высоте 1-2 мм над центром долбяка или справа над его торцом (аналогично базировке по другим деталям, например, цилиндрической шестерне).

Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

После базировки по цилиндру и верхнему торцу система попросит установить щуп внутрь впадины перед первым измеряемым зубом, после чего она осуществит базирование по азимуту.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, устанавливается СКД, и базировка считается завершенной.

Измерение

DMIS-программа предлагает измерить зубья.

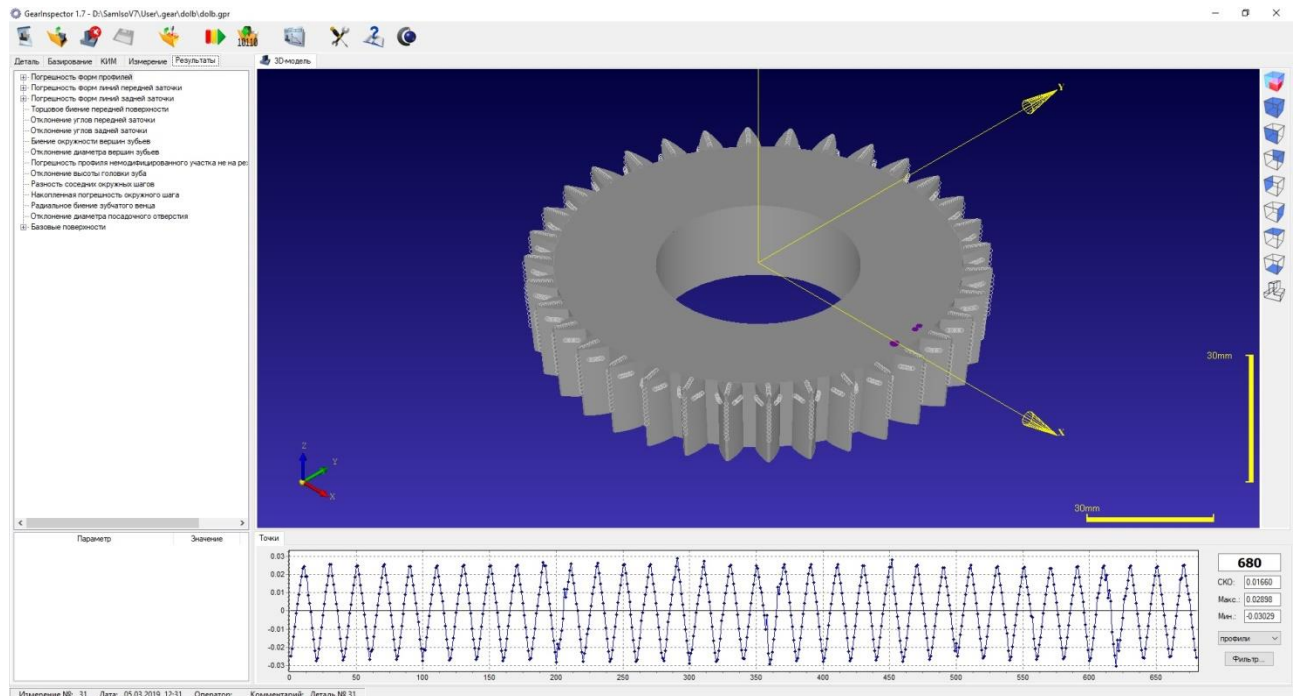
Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

По окончании работы DMIS-программы перейдите в систему **GearInspector** и нажмите кнопку «**ОК**».

3.22.3 Просмотр результатов измерения

Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика. Также выводится гистограмма отклонений всех измеренных точек, как это сделано для деталей других типов.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек

Графики погрешностей формы профилей выводятся аналогично графикам для других типов деталей, в частности, для цилиндрического эвольвентного колеса.

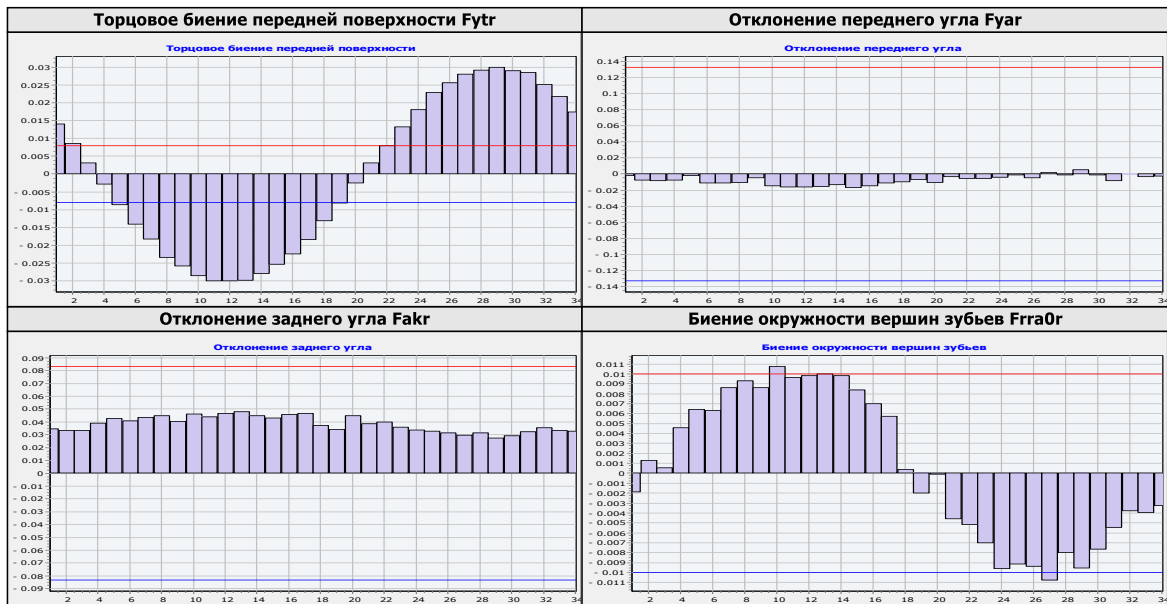
3.22.4 Отчет по результатам измерения

Пример отчета показан на рисунке ниже.

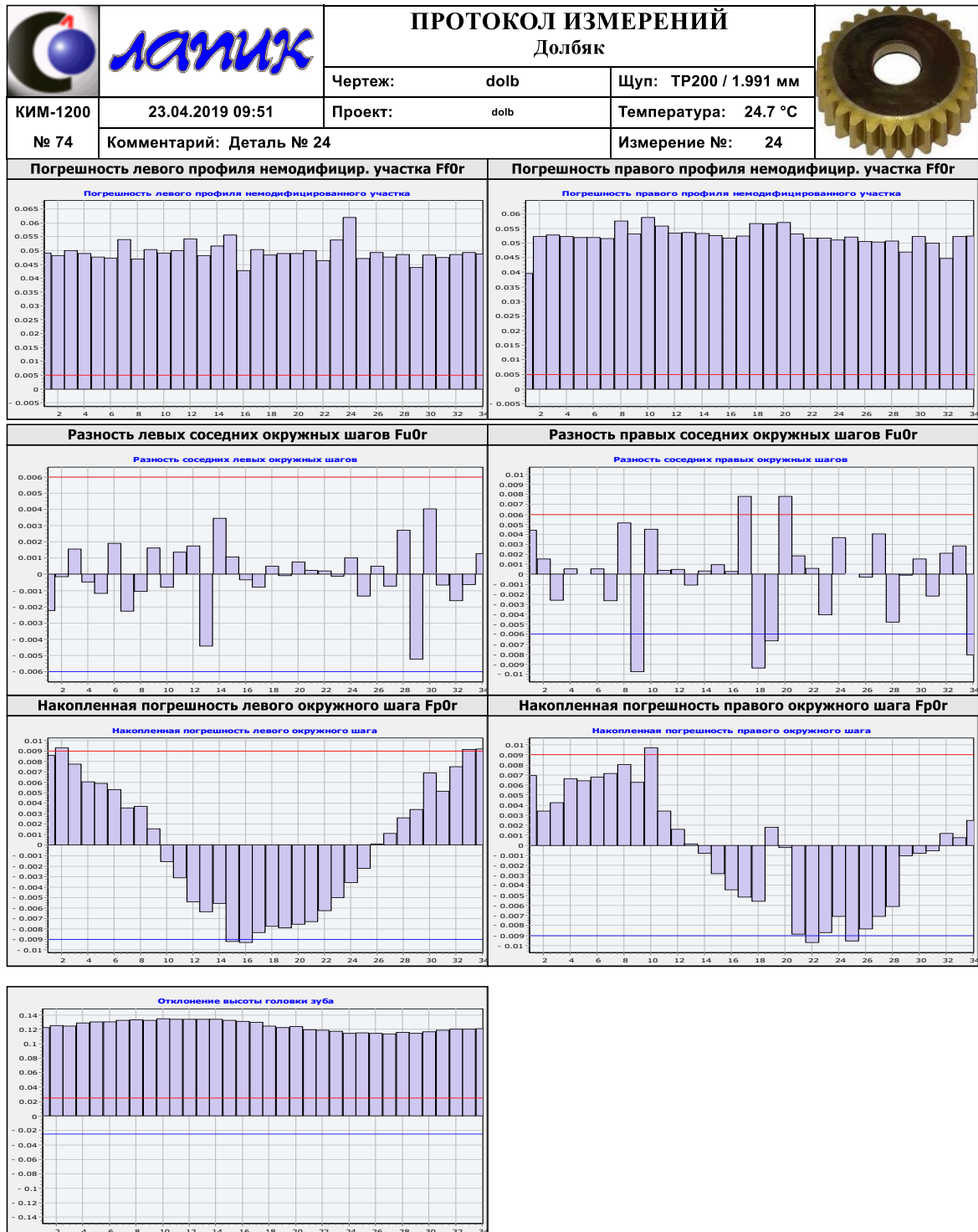
		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Долбяк		
		Чертеж: dolb	Щуп: TP200 / 1.991 мм	
КИМ-1200	23.04.2019 09:51	Проект: dolb	Температура: 24.7 °C	
№ 74	Комментарий: Деталь № 24		Измерение №: 24	

Параметры		Базовый цилиндр	
Тип долбяка	Дисковый	Диаметр, мм	44.446
Направление зуба	Прямой	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.001
Количество зубьев	34.000	Цилиндричность, мм	0.003
Модуль	3.000		
Угол наклона зуба	0°00'00"		
Клас точности по ГОСТ 9323-79	A		
Высота зуба	7.000		
Диаметр окружности вершин	110.940		
Передний угол	5°00'00"		
Задний угол	6°00'00"		

Показатели точности по ГОСТ 9323-79		Допуск, мм	Действит., мм	Откл. от доп., мм	% от доп.
Торцовое биение передней поверхности	Fytr	0.016	0.060	0.044	100
Отклонение переднего угла	Fyar	0°08'00"/-0°08'00"	-0°01'02"	0°00'00"	-13
Отклонение заднего угла	Fakr	0°05'00"/-0°05'00"	0°02'52"	0°00'00"	57
Биение окружности вершин зубьев	Fra0r	0.020	0.022	0.002	100
Отклонение диаметра окружности вершин зубьев	Fda0r	0.400 / -0.400	0.243	0.000	61
Погрешность профиля немодифицир. участка (лев./прав.)	Ff0r	0.005	0.062 / 0.059	0.057 / 0.054	100 / 100
Отклонение высоты головки зуба	Fha0r	0.025 / -0.025	0.135	0.110	100
Разность соседних окружных шагов (лев./прав.)	Fu0r	0.006	-0.005 / -0.010	0.000 / -0.004	-87 / -100
Накопленная погрешность окружного шага (лев./прав.)	Fp0r	0.018	0.019 / 0.019	0.001 / 0.001	100 / 100



Оператор: _____



Оператор: _____

Page 2 of 2

(Подпись)

Рис.3.22.4-1. Пример отчета по результатам измерений долбьяка

3.23 Контроль фрезы хвостовой червячной зуборезной

3.23.1 Создание фрезы хвостовой червячной зуборезной

После выбора в окне (см. рис. [2.1.1-1](#)) типа «Фреза хвостовая червячная зуборезная» на экране появится окно задания параметров фрезы.

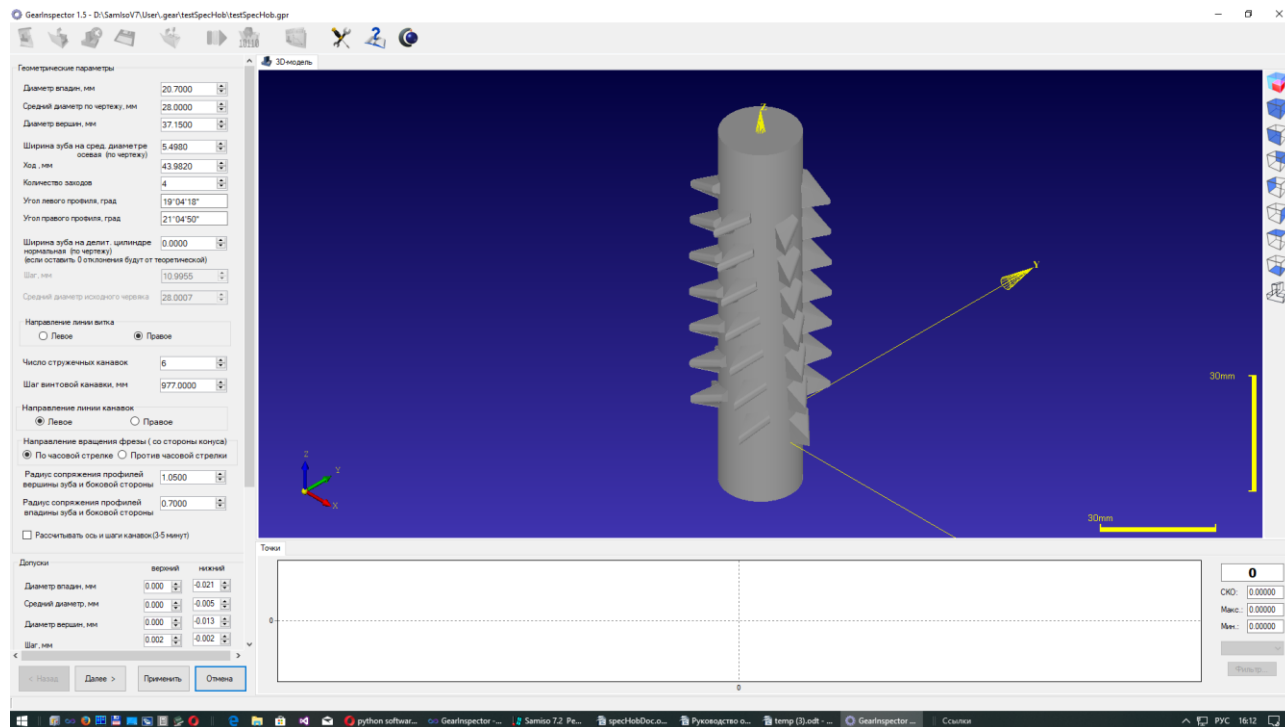


Рис. 3.23.1-1 Окно задания параметров фрезы хвостовой червячной зуборезной

В окне задания параметров фрезы отображены следующие чертежные данные:

- **Геометрические параметры**
 - Диаметр впадин, мм
 - Средний диаметр по чертежу, мм
 - Диаметр вершин, мм
 - Ширина зуба на среднем диаметре осевая (по чертежу), мм
 - Ход, мм
 - Количество заходов
 - Угол левого профиля, град
 - Угол правого профиля, град
 - Ширина зуба на делит. цилиндре нормальная (по чертежу) — если поставить в этом поле 0, будет рассчитана теоретическая величина, и отклонения будут отсчитываться от неё
 - Шаг, мм (для справки – не редактируется)
 - Средний диаметр исходного червяка (для справки – не редактируется)
 - Направление линии витка (левое или правое)
 - Число стружечных канавок
 - Шаг винтовых канавок, мм
 - Направление линии канавок (левое или правое) – линии канавок всегда направлены противоположно линии витка
 - Направление вращения фрезы (со стороны конуса, по часовой стрелке)

- или против часовой стрелки)
- Радиус сопряжения профилей вершины зуба и боковой стороны
- Радиус сопряжения профилей впадины зуба и боковой стороны
- Рассчитывать ось и шаги канавок – при необходимости, расчет занимает 5-10 минут
- Допуски
 - Диаметр впадин, мм
 - Средний диаметр, мм
 - Диаметр вершин, мм
 - Шаг, мм
 - Ход, мм
 - Угол левого профиля
 - Угол правого профиля
 - Накопленная погрешность шага, мм
 - Соосность, мм
 - Конусность внутреннего диаметра, мм
 - Конусность среднего диаметра, мм
 - Конусность наружного диаметра, мм
- Термокомпенсация – может быть включена или отключена, если включена, выбирается:
 - Материал – из списка.
 - Коэффициент теплового расширения – если материал неизвестен, задается оператором.

Задайте параметры фрезы и нажмите кнопку «Далее».

В левой части экрана появится окно задания параметров базирования.

Здесь необходимо ввести способ базирования и параметры измерения базовых конуса и цилиндра:

- Тип базирования (автоматическое или ручное)
- Способ базирования (по оси конуса или по оси конуса и цилиндра) – рекомендуется способ «По оси конуса», при этом способе базирования параметр «Число точек в сечении» рекомендуется ставить 15 или больше т. к. в противном случае ось конуса может определиться некачественно
- Конус
 - Верхний диаметр конуса, мм
 - Нижний диаметр конуса, мм
 - Длина конуса, мм – расстояние между плоскостями верхнего и нижнего диаметров конуса
 - Расстояние от базовой плоскости до конуса, мм – до плоскости его верхнего диаметра
 - Число точек в сечении – конус будет измеряться с двух сторон, так что фактически число этих точек будет вдвое больше указанного здесь
 - Количество сечений
 - Уровни сечений от верхнего диаметра, мм

- **Цилиндр** – если выбран способ базирования «По оси конуса и цилиндра»
 - Полная длина детали, мм
 - Длина цилиндра, мм
 - Ширина верхней канавки, мм
 - Диаметр цилиндра, мм
 - Число точек в сечении, мм
 - Количество сечений
 - Уровни сечений от верхней кромки цилиндра, мм
- **Плоскость**
 - Диаметр сбора точки, мм – диаметр конуса в базовой плоскости

При первоначальном базировании базовой плоскостью является плоскость верхнего кольца базового конуса. Базовые конус и цилиндр будут измеряться с 2-х сторон, поэтому реально число точек в сечении будет вдвое больше указанного.

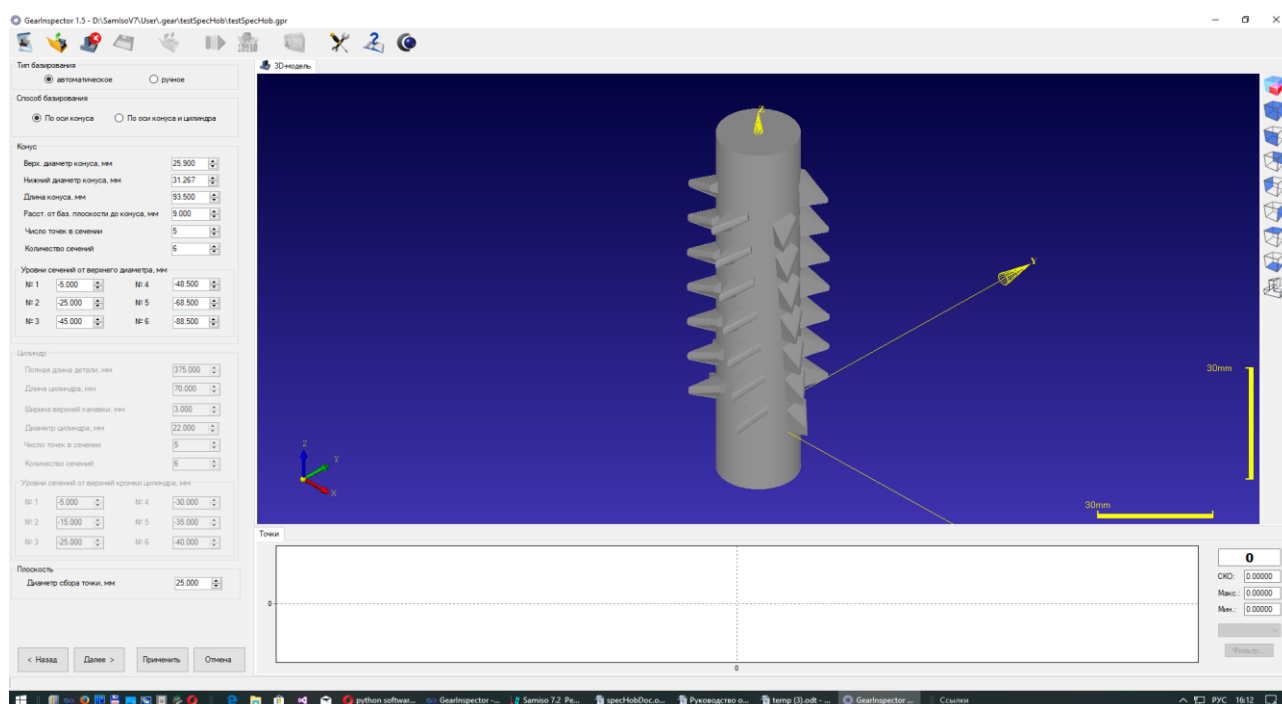


Рис. 3.23.1-2 Окно задания параметров базирования фрезы хвостовой червячной зуборезной

Задайте параметры базирования и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров КИМ, почти полностью аналогичное окнам для других типов деталей. Отсутствуют параметры сканирования.

Задайте параметры КИМ (рекомендуется оставить по умолчанию) и нажмите кнопку «Далее».

На экране появится окно задания параметров измерения фрезы хвостовой червячной зуборезной.

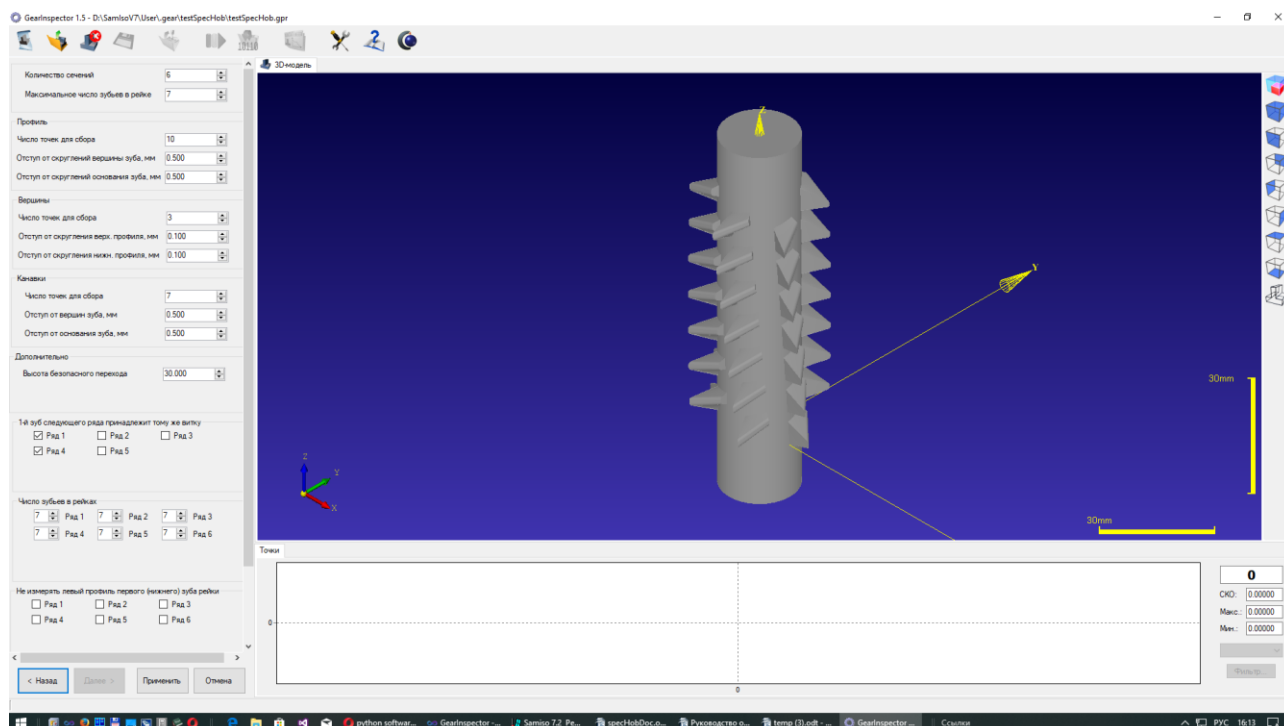


Рис. 3.23.1-3 Окно задания параметров измерения фрезы хвостовой червячной зуборезной

Ниже приведено краткое описание параметров измерения фрезы.

- **Количество сечений** – количество сечений сбора вдоль оси фрезы.
Должно всегда быть равно числу стружечных канавок.
- **Максимальное число зубьев в рейке** – максимально возможное число витков в каждом из сечений, которые будут измеряться
- **Профиль**
 - **Число точек для сбора** – количество точек сбора с линии каждого профиля
 - **Отступ от скруглений вершины зуба, мм** – отступ от скруглений вершин при сборе с сечения профиля
 - **Отступ от скруглений основания зуба, мм** – отступ от скруглений основания зуба при сборе с сечения профиля
- **Вершины**
 - **Число точек для сбора** – количество точек сбора с линии каждой вершины зуба
 - **Отступ от скруглений верхнего профиля, мм** – отступ от скруглений верхнего профиля при сборе с вершины зуба
 - **Отступ от скруглений нижнего профиля, мм** – отступ от скруглений нижнего профиля при сборе с вершины зуба
- **Канавки**
 - **Число точек для сбора** – количество точек сбора с поверхности каждой канавки
 - **Отступ от вершин зуба, мм** – отступ от вершин при сборе с поверхности канавки
 - **Отступ от основания зуба, мм** – отступ от основания зуба при сборе с поверхности канавки

- **Дополнительно**
 - **Высота безопасного перехода, мм** — расстояние над базовой плоскостью, где можно двигаться и менять положение углового щупа, не задевая деталь
- **1-й зуб следующего ряда принадлежит тому же витку** – здесь нужно отметить галочкой заходы, которые удовлетворяют условию заголовка. Необходимо, т. к. для некоторых фрез это условие выполнено не всегда, а способ перехода к следующему измерительному сечению зависит от его выполнения.
- **Число зубьев в рейках** – здесь нужно указать для каждой рейки число зубьев, которые необходимо измерить. Каждое из этих чисел должно быть меньше или равно числу, указанному в параметре **«Максимальное число зубьев в рейке»**. Место первого зуба в любой рейке определяется соответствующим ей параметром **«1-й зуб следующего ряда принадлежит тому же витку»**. Если не отмечено, то первым будет зуб, находящийся непосредственно под зубом, принадлежащим тому же витку, что и первый зуб предыдущего ряда.
- **Не измерять левый профиль первого (нижнего) зуба рейки** – если отмечено, то первый зуб соответствующей рейки считается неполным, и у него будет измеряться только правый (верхний) профиль (без левого, вершины и канавки)
- **Не измерять правый профиль последнего (верхнего) зуба рейки** – если отмечено, то последний зуб соответствующей рейки считается неполным, и у него будет измеряться только левый (нижний) профиль (без правого, вершины и канавки)

Задайте параметры измерения и нажмите кнопку **«Применить»**.

Запуск измерения осуществляется аналогично запуску для других типов деталей.

Запуск измерительной программы описан – см. п. [3.23.2](#) настоящего руководства.

По окончании работы DMIS-программы нажмите кнопку **«ОК»** и загрузите результаты измерения. Будет произведен расчет погрешностей.

3.23.2 Измерение фрезы хвостовой червячной зуборезной

ВНИМАНИЕ! Все параметры фрезы, влияющие на процесс измерения, DMIS-программа получает при запуске. Поэтому, в случае их корректировки посредством GearInspector, следует перезапустить DMIS-программу.

Для запуска измерительной DMIS-программы перейдите в систему Samiso и

нажмите кнопку **«Измерить деталь GearInspector»**



ВНИМАНИЕ! Не следует загружать результаты измерения, если оно не завершилось полностью (в окне консоли появилась надпись **«Программа завершена»**).

Установка детали в рабочей области КИМ

Фреза устанавливается на рабочем столе вертикально, конусом вверх, в специальном держателе по возможности в центре рабочей зоны. Ось фрезы должна быть параллельна оси Z СКМ. Строгого соблюдения параллельности не требуется, поэтому нет необходимости использовать какие-либо дополнительные приспособления для установки детали. По азимуту фреза может быть установлена произвольно, но при этом нумерация канавок, заходов и схема отмеченных канавок, чисел зубьев и неполных зубьев на вкладке «Измерение» будет своя при каждом измерении. В пределах одного проекта все чекбоксы на вкладке «Измерения» должны совпадать для всех измерений проекта. Если необходимо повторение нумерации, нужно маркером поставить метку на нужной канавке детали и ставить всегда по метке. Канавка, выбранная для данного измерения первой (базовой), должна быть установлена в отрицательном направлении оси X СКМ так, чтобы ближайший к этому направлению измеряемый профиль зуба канавки был отклонен от этого направления на 5-10 градусов поворотом вокруг оси фрезы.

Система координат детали (СКД)

Для измерений используется правая декартова система координат. Ось Z всегда сонаправлена с осью Z СКМ. Начало по Z совпадает с пересечением нижнего профиля первого(нижнего) зуба первого сечения с номинальным цилиндром впадин. Ось X СКД при этом сонаправлена с осью -X СКМ, а ось Y направлена на оператора.

Каждый зуб измеряется в своей собственной СКД, но все измеренные точки всегда записываются в указанной выше СК.

Автоматическое базирование

1. Процедура автоматической базировки оси фрезы стартует сразу после запуска DMIS-программы. DMIS-программа попросит пользователя установить щуп «Угловой для хвостовых червячных зуборезных фрез общий короткий», который должен быть предварительно откалиброван в 12 положениях, в положении (0, 0), и поставить шарик щупа на высоте 1-2 мм над точкой пересечения верхней окружности базового конуса с отрицательным направлением оси X СКМ (аналогично базировке по другим деталям, например, цилиндрической шестерне).

Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

Внимание!!! При измерении конуса необходимо по ходу измерения осуществлять визуальный контроль отклонений точек на установленном на КИМ мониторе и при появлении выбросов осуществлять их фильтрацию нажатием на кнопку «Фильтровать», т. к. в случае, если выбросы не отфильтруются автоматически, может появиться значительная несоосность детали с базой, что существенно влияет на некоторые отклонения.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, ось Z СКД устанавливается по оси конуса или двухцилиндрового вала (в зависимости от установки во вкладке «Базирование»), и базировка оси детали считается завершённой.

2. Процедура автоматической базировки фрезы по Z и азимуту стартует сразу после завершения базировки оси. Ввиду того что при этой базировке выполняется много движений внутри канавки, рекомендуется проводить ее на небольшой скорости (например 20). DMIS-программа попросит пользователя установить щуп «Угловой для хвостовых червячных зуборезных фрез короткий», который должен быть предварительно откалиброван в n положениях (где n равно числу стружечных канавок (6 или 8)), в положении (0, 0), и поставить щуп внутрь канавки примерно на высоте середины первого зуба первого сечения по Z (аналогично базировке по другим деталям, например, цилиндрической шестерне).

Далее процесс базирования проходит автоматически, так же как и для множества других типов детали, например, для цилиндрической шестерни.

Внимание!!! В процессе базирования по азимуту и Z измеряется и выводится в консоль шаг канавки. Если измеренный шаг сильно (5% и более) отличается от указанного в чертеже, то следует пересоздать проект с использованием измеренного шага канавки вместо номинального. Если этого не сделать, ухудшится точность попадания щупа в режущие кромки фрезы и увеличатся погрешности.

После того как программа пройдет все описанные выше действия, ноль и ось X СКД устанавливаются так, что ось X проходит через пересечение нижнего профиля первого(нижнего) зуба первого сечения с номинальным цилиндром впадин и базировка детали считается завершенной.

Измерение

После базировки по оси и азимуту система предложит начать измерение зубьев фрезы и после нажатия Ok приступит к измерению.

Если по какой-либо причине измерение было прервано, то при повторном запуске программы оператору будет предложено продолжить измерение с того сечения и витка, на котором прервалось измерение.

Внимание!!! Если после прерывания измерения щуп был вручную передвинут, то перед продолжением измерения необходимо убедиться что он находится в том же угловом положении и напротив зуба, на котором измерение было прервано, и при необходимости вернуть щуп в указанное положение при помощи пульта.

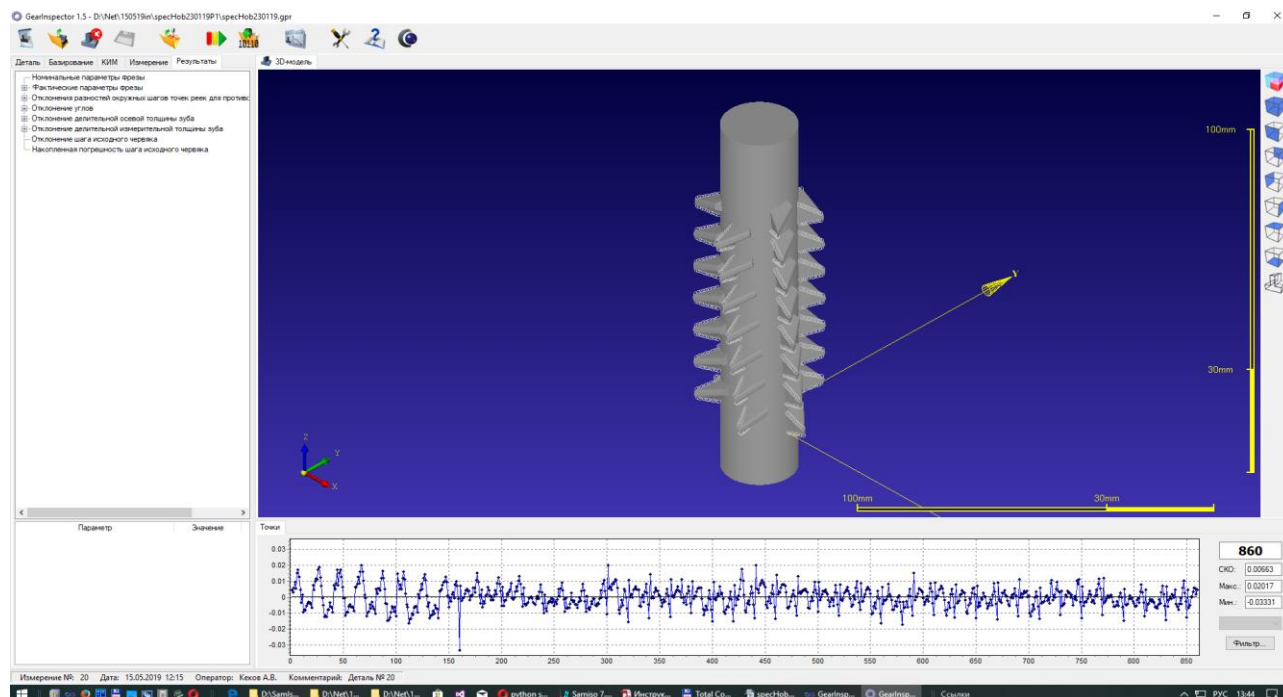
По окончании работы DMIS-программы (появлении в Консоли сообщения «Программа завершена») перейдите в систему GearInspector и нажмите кнопку «Загрузить результаты измерения».

3.23.3 Просмотр результатов измерения

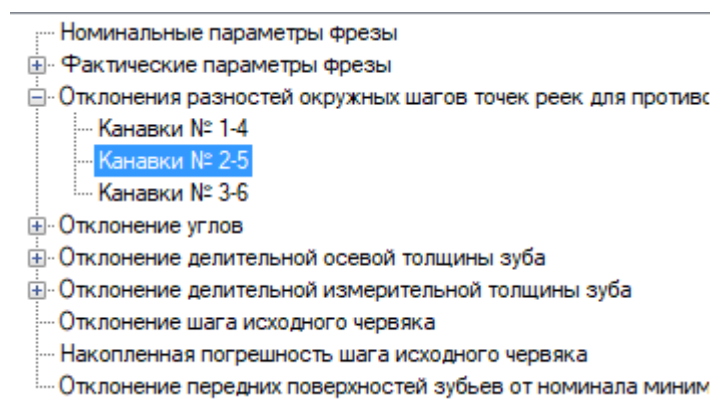
Просмотр результатов расчета и графиков производится при помощи навигационной панели, выполненной в виде списка параметров, разбитых на группы (папки), аналогично как это делается для других типов деталей, в частности, для цилиндрического зубчатого колеса.

Каждая папка может содержать несколько графиков. При двойном щелчке мыши на папке или графике будет выведено окно с информацией по данной группе или

информация по данному графику и сам график.



Окно с результатами содержит данные в виде таблицы и графика.



Также выводятся гистограммы отклонений всех измеренных точек, как это сделано например для резьб.

Гистограмма отклонений допускает фильтрацию точек, как это описано для цилиндрических зубчатых колес.

Отклонения углов, осевой толщины зуба и шага рассчитываются как для обычной архимедовой (метрической или трапецеидальной) резьбы или архимедова червяка, но с предварительным приведением точек в осевое сечение, т. к. измерительное сечение (ie кромки фрезы) не прямолинейное.

Отклонения разностей окружных шагов точек реек для противоположащих канавок выводится только для фрез с четным числом канавок и заходов, т. к. у них зубья противоположащих реек находятся на одной делительной окружности и можно посчитать разности окружных шагов. Разности Z координат соответствующих точек приведены для справки. Если они сильно (>15 мкм) отличаются от 0, то у

соответствующих канавок сильно отличаются осевые шаги. Красные линии на графиках разделяют зубья канавок для которых показывается отклонение разностей окружных шагов (от 180 градусов). Столбики соответствуют точкам передних поверхностей соответствующих зубьев реек.

Пункт «отклонение передних поверхностей зубьев от номинала минимизированное» также характеризует отклонения зубьев по азимуту и выводится для всех фрез.

После базировки программа измерения наносит на кромки фрезы сетку теоретических измерительных точек. Измерения зубьев всегда начинаются с передней поверхности и, если программа обнаруживает, что измерительная точка профиля не лежит на измеренной канавке, то она корректирует точку и запоминает соответствующий сдвиг, приведенный к делительной окружности. Гистограмма этих сдвигов выводится в данном пункте. Красные линии разделяют рейки. Столбики соответствуют отдельным зубьям.

При расчете отклонений, перечисленных в таблице выше, предполагается, что ось фрезы совпадает с осью базы. В строке «Фактические параметры фрезы» выводятся результаты обратного инжиниринга фрезы. Т.е. вместо вычисления отклонений от фрезы с номинальными параметрами, соосной с базой, вычисляются собственные параметры и ось, при которых отклонения модели фрезы от измеренных точек становятся минимальными. Если во вкладке «Деталь» установлен флажок «Рассчитывать ось и шаги канавок» тоже самое выполняется для канавок но это занимает некоторое время. (5-10 минут).

Программа расчета параметров вписывает в измеренные точки математические модели поверхностей заходов фрезы, вычисляя оптимальные параметры этих моделей при которых отклонения измеренных точек от них являются минимальными. Полученные таким образом измеренные значения параметров (например, средний диаметр и ход) используются затем также при расчете по профилям перечисленных выше параметров.

Такое вычисление производится четырежды. Сначала для получения средних параметров всей фрезы используется модель с фиксированной по оси базового цилиндра осью и общими для всех заходов параметрами, включая ход и смещения заходов. Результаты выводятся при выборе папки «Фактические параметры фрезы». Отклонения этой оптимизации выводятся также в гистограмму отклонений. Затем выполняется оптимизация со своими параметрами для каждого захода также с фиксированной осью. Результаты по каждому заходу выводятся при нажатии на соответствующую папку «Заход №...». Везде выводятся также результаты расчета по профилям. Как правило, они совпадают с оптимизационными. Отклонения и все графики кроме общей гистограммы везде относятся к профилям. Затем выполняется оптимизация со свободной осью, вычисляются все отклонения оси и средние квадратичные отклонения (СКО). Все они также выводятся при нажатии папки «Фактические параметры фрезы». Если среднее квадратичное отклонение (СКО) оптимизации со свободной осью значительно (На 10 мкм или 100% и более) отличается от оптимизации с фиксированной осью по оси базового цилиндра, это показывает, что отклонение соосности исходного червяка фрезы с базой является одной из основных причин отклонений среднего диаметра. Последней выполняется оптимизация всех заходов по отдельности и вычисляется суммарное СКО всех заходов. Все 4 СКО выводятся в папку «Фактические параметры фрезы» в порядке убывания. Также выводится СКО измеренных точек от модели фрезы с

номинальными параметрами. Он всегда самый большой. Если какое либо СКО резко отличается от соседнего, то параметры расчетов, которые были различны при вычислении этих СКО, являются одной из основных причин отклонений параметров фрезы.

3.23.4 Отчет по результатам измерения

Если в метрологическом программном комплексе Samlso предварительно установить пользовательский логотип, то в метрологическом комплексе GearInspector он так же будет отображаться вместо логотипа «Лапик», а логотип «Лапик» будет отображаться маленьким внизу страницы.

Пример отчета показан – см. рис [3.23.4.1](#).

		ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ Фреза хвостовая червячная зуборезная		
		Чертеж:	Щуп: TP200 / 1.985 мм	
КИМ-1200	07.03.2019 17:33	Проект: specHob230119	Температура: 26.4 °C	
№ 74	Комментарий: Деталь № 7		Измерение №: 7	

Номинальные параметры фрезы		Базовый конус	
Ход, мм	43.982	Угол конуса, град	2°56'09"
Количество заходов	4	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.003
Диаметр вершин, мм	37.150	Отклонение от формы конуса, мм	0.012
Средний диаметр, мм	28.001	Базовый цилиндр	
Диаметр впадин, мм	20.700	Диаметр, мм	
Направление витков исходного червяка	правое	Среднеквадратичное отклонение, мм	
Угол левого профиля, град	19°04'18"	Цилиндричность, мм	
Угол правого профиля, град	21°04'50"	Цилиндр вершин	
Осевой шаг, мм	10,996	Диаметр, мм	37.164
Число стружечных канавок	6,000	Среднеквадратичное отклонение, мм	0.011
Шаг винтовой канавки, мм	978,190	Цилиндричность, мм	0.086
Направление вращения фрезы (с конуса)	правое		

Показатели точности по чертежу		Допуск	Действительное	Откл. от доп.	% от доп.
Отклонение диаметра вершин, мм	edim	0.000 / -0.013	0.014	0.014	100
Биение диаметра вершин относительно базы, мм		0.002	0.089	0.087	100
Средний диаметр, мм	mdim		28.149		
Отклонение среднего диаметра (max/min), мм		0.000 / -0.005	0.160 / 0.143	0.160 / 0.143	100 / 100
Ход, мм	move		43.978		
Отклонение хода (max/min), мм		0.002 / -0.002	-0.001 / -0.006	0.000 / -0.004	-52 / -100
Отклонение толщины зуба в осевом сечении (max/min), мм			0.069 / 0.041		
Отклонение толщины зуба в норм. сечении (max/min), мм			0.062 / 0.031		
Отклонение разности окружных шагов (max/min), мм			0.036 / -0.342		
Угол правого профиля, град	rang		20°07'19"		
Отклонение угла правого профиля (max/min), град		1°00'00" / -1°00'00"	-0°56'27" / -0°58'26"	0°00'00" / 0°00'00"	-94 / -97
Угол левого профиля, град	lang		20°06'11"		
Отклонение угла левого профиля (max/min), град		1°00'00" / -1°00'00"	1°03'31" / 0°59'17"	0°03'31" / 0°00'00"	100 / 99

Откл. левого шага крайних неполных зубьев(max/min),мм	lpitch	0.002 / -0.002	- / -	- / -	- / -
Откл. правого шага крайних неполных зубьев(max/min),мм	rpitch	0.002 / -0.002	- / -	- / -	- / -
Откл. левого осевого шага по всем зубьям(max/min),мм	lpitch	0.002 / -0.002	0.010/-0.006	0.008 / -0.004	100 / -100
Откл. правого осевого шага по всем зубьям(max/min),мм	rpitch	0.002 / -0.002	0.003/-0.007	0.001 / -0.005	100 / -100
Откл. накопленного левого осевого шага (max/min),мм	clpitch	0.020 / 0.005	0.008/-0.010	0.000 / -0.015	0 / -100
Откл. накопленного правого осевого шага (max/min),мм	crpitch	0.020 / 0.005	0.003/-0.014	0.000 / -0.019	0 / -100

Рис. 3.23.4-1 Пример отчета по результатам измерений фрезы хвостовой червячной зуборезной

4 Контроль сборки деталей в GearInspector

Сборка деталей в GearInspector – это две и более детали GearInspector, входящие в состав одной физической детали.

Сборка деталей должна содержать одну и только одну базовую деталь.

В текущей версии GearInspector возможен контроль сборки из нескольких цилиндрических эвольвентных колес.

Кроме параметров, перечисленных в [табл. 3.1](#), дополнительно для каждого небазового колеса контролируются:

- соосность усредненной оси относительно усредненной оси базового колеса; рассчитывается на ширине зубчатого венца;
- угол разворота базового зуба относительно соответствующего зуба базового колеса; рассчитывается угол между зубьями №1 текущего и базового колеса), номинально находящимися друг под другом (под нулевым номинальный углом разворота);
- величина разворота базового зуба относительно соответствующего зуба базового колеса; рассчитывается как величина дуги угла разворота на делительном диаметре колеса.

4.1 Создание сборки деталей

Сначала необходимо создать базовую деталь. Для этого в окне выбора типа колеса (см. [п. 2.1.1](#)) поставить галочку «Базовая деталь сборки».

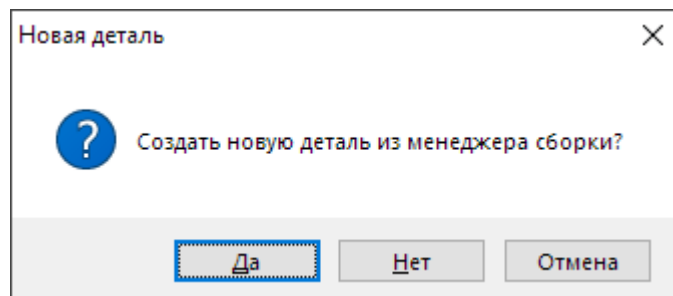
Затем необходимо задать все требуемые программой параметры детали.

В строке статуса программы появится надпись: **БАЗОВАЯ ДЕТАЛЬ СБОРКИ**, а системная панель примет вид:



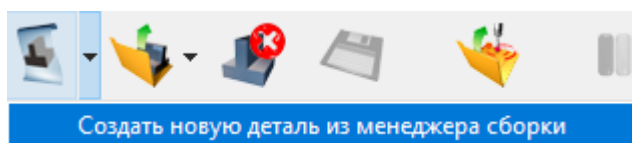
Для создания новой детали сборки нужно нажать на кнопку .

Если нажать на левую область кнопки (на иконку), то на экран будет выведен запрос:



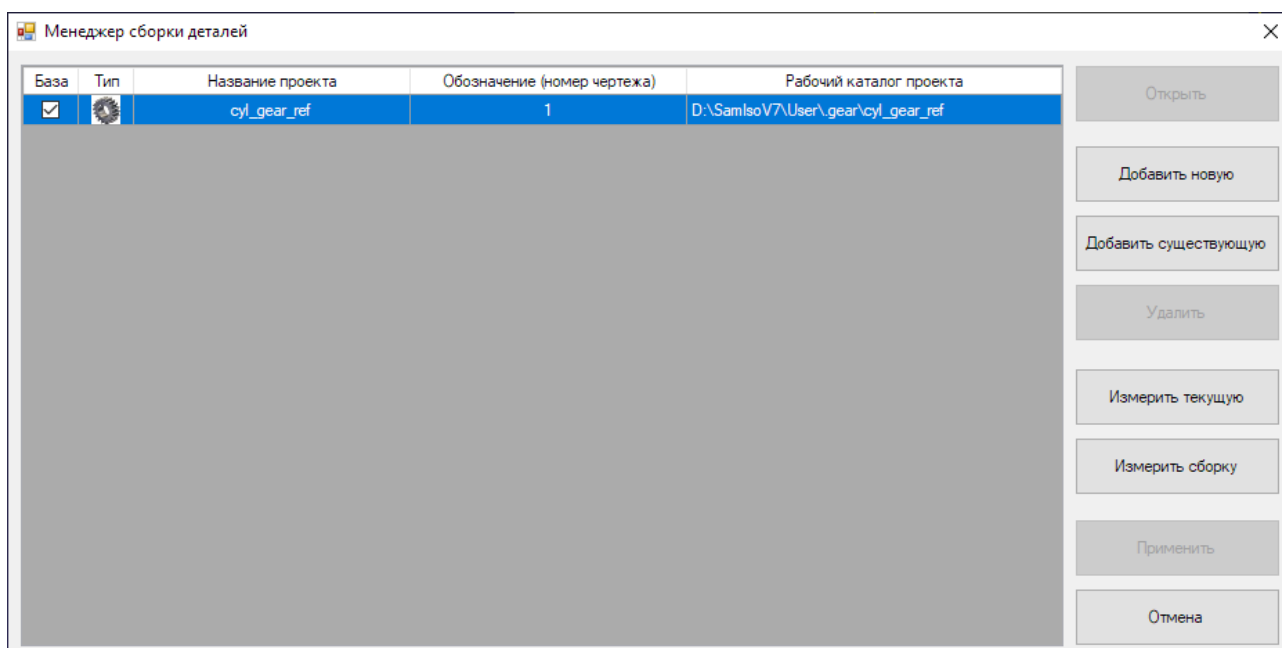
Нажать на кнопку «Да».

Если же нажать на правую область кнопки (треугольник, направленный вершиной вниз), то появится выпадающее меню с пока единственным вариантом:



Нажмите на пункт меню «Создать новую деталь из менеджера сборки».

4.1.1 Менеджер сборки деталей



Менеджер сборки деталей позволяет:

- выбирать деталь сборки из списка;
- менять базовую деталь;
- открывать выбранную деталь;
- добавлять в сборку новую деталь;
- добавлять в сборку существующую деталь;
- удалять деталь из сборки;
- измерять текущую (выбранную) деталь;
- измерять всю сборку сразу.

Изменение базовой детали осуществляется установкой или снятием галочки в поле «База». Установленная галочка допускается только для одной детали. Если ни одна деталь не помечена как базовая, то после нажатия кнопки «Применить» выводится сообщение об ошибке.

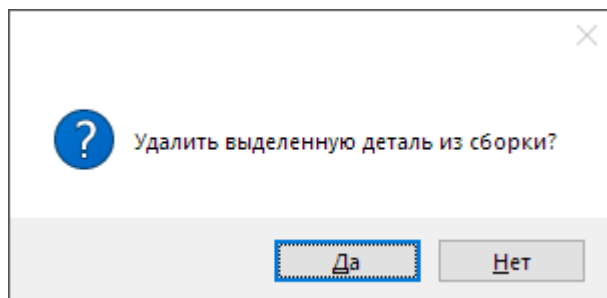
После нажатия на кнопку «Открыть» открывается проект с выбранной деталью. Кнопка «Открыть» неактивна, если выбранная деталь уже открыта.

После нажатия на кнопку «Добавить новую» запускается режим создания новой детали (см. [п. 2.1.1](#)). Если базовая деталь уже создана, то в окне выбора типа колеса не появляется галочка «Базовая деталь сборки».

После нажатия на кнопку «Добавить существующую» на экране появляется стандартное окно диалога открытия детали. После выбора файла проекта детали выбранная деталь добавится в список менеджера сборки деталей. Уже добавленная в сборку деталь повторно не добавляется.

После добавления новой или существующей детали строка статуса программы примет вид: **ДЕТАЛЬ СБОРКИ** | Базовая деталь: D:\SamIsoV7\User\gear\cyl_gear_ref\cyl_gear_ref.gpr .

После нажатия на кнопку «Удалить» на экране появляется окно с подтверждением удаления детали из сборки.



После нажатия на кнопку «Да» деталь будет удалена из сборки. При этом проект детали и папка с файлами проекта физически не удаляются.

Менеджер сборки деталей не допускает удаление базовой и текущей открытой детали.

После нажатия на кнопку «Измерить текущую» выбранная деталь будет автоматически открыта и запущена на обычное измерение одиночной детали.

После нажатия на кнопку «Измерить сборку» начнется измерение всех деталей сборки подряд, начиная с базовой детали.

После нажатия на кнопку «Применить» сохраняются все изменения сборки.

4.2 Измерение сборки деталей


После создания сборки деталей необходимо запустить сборку на измерение. Для этого нужно нажать кнопку «Измерить сборку» в окне менеджера сборки деталей.

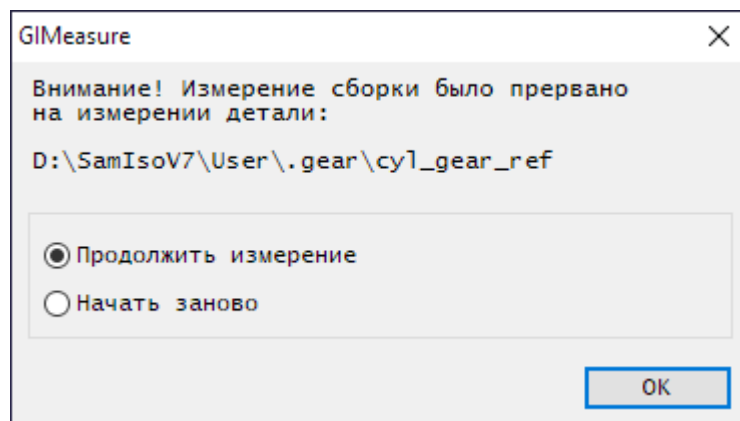
На экране появится окно, показанное на [рис. 3.1.1-12](#) и начнется измерение.

Сначала будет измерена базовая деталь, затем все остальные детали сборки по списку в менеджере сборки деталей.

В окнах измерительных программ будет появляться дополнительная информация о текущей измеряемой детали.

В случае прерывания измерения режим продолжения осуществляется по нажатию

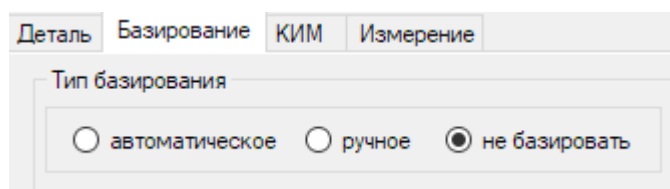
кнопки  («Продолжить измерение сборки»). Затем измерительная программа выведет на экран следующий запрос:



После выбора варианта продолжения измерения сборки дальнейшие действия по продолжению измерения текущей детали аналогичны случаю одиночной детали.

Важное замечание.

Если в параметрах базирования указано «Автоматическое», то базирование будет произведено для каждой детали сборки. Исключить повторную базировку можно, установив режим «не базировать» для всех деталей сборки, кроме базовой.

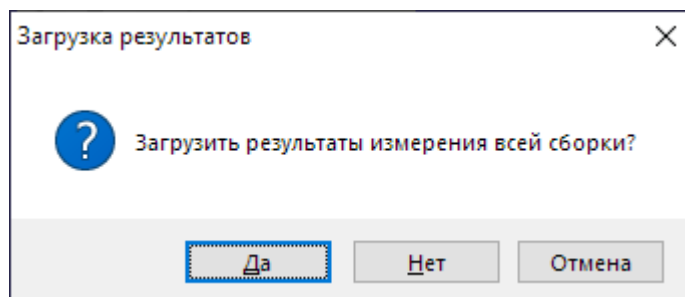


4.3 Загрузка и просмотр результатов измерения сборки деталей

Загрузка результатов измерения сборки производится с помощью нажатия кнопки

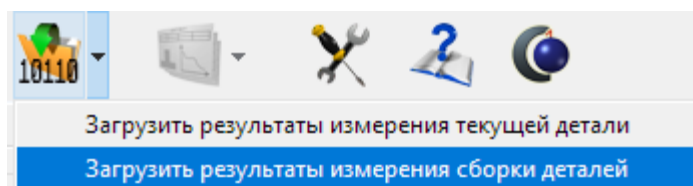


Если нажать на левую область кнопки (на иконку), то на экран будет выведен запрос:



Нажать на кнопку «Да».

Если же нажать на правую область кнопки (треугольник, направленный вершиной вниз), то появится выпадающее меню:



Выбрать вариант «Загрузить результаты измерения сборки деталей».

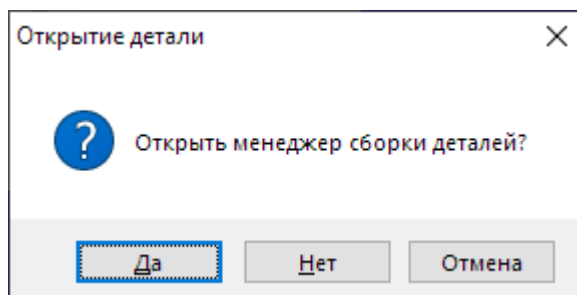
Произойдет расчет измерения всех деталей сборки, начиная с базовой детали.

На экране появятся результаты измерения текущей (открытой) детали.

Для просмотра результатов измерения другой детали сборки нужно нажать на

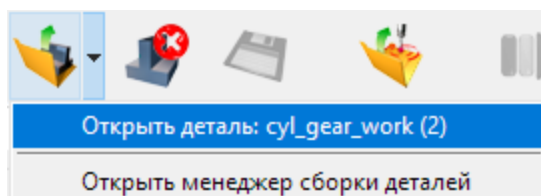
кнопку .

Если нажать на левую область кнопки (на иконку), то на экран будет выведен запрос:



Нажать на кнопку «Да».

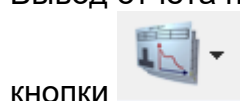
Если же нажать на правую область кнопки (треугольник, направленный вершиной вниз), то появится выпадающее меню, состоящее из пунктов с названиями всех деталей сборки и менеджером сборки деталей.



Выбрать пункт меню с названием нужной детали или нажать кнопку «Открыть менеджер сборки деталей», выбрать и открыть в нем нужную деталь.

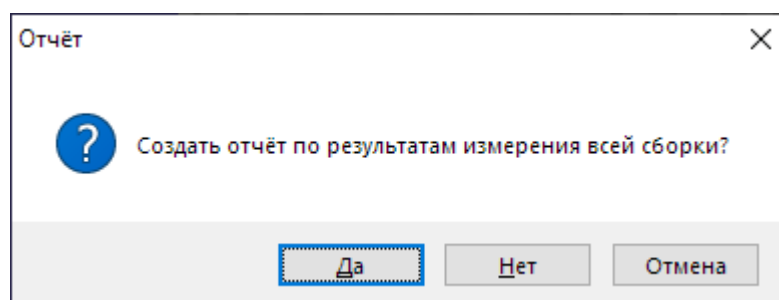
4.4 Отчет по результатам измерения сборки деталей

Вывод отчета по результатам измерения сборки производится с помощью нажатия



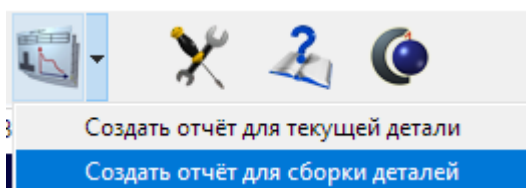
кнопки .

Если нажать на левую область кнопки (на иконку), то на экран будет выведен запрос:



Нажать на кнопку «Да».

Если же нажать на правую область кнопки (треугольник, направленный вершиной вниз), то появится выпадающее меню:

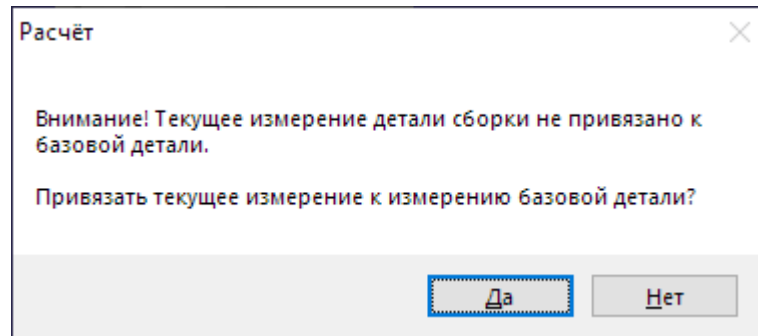


Выбрать вариант «Создать отчет для сборки деталей».

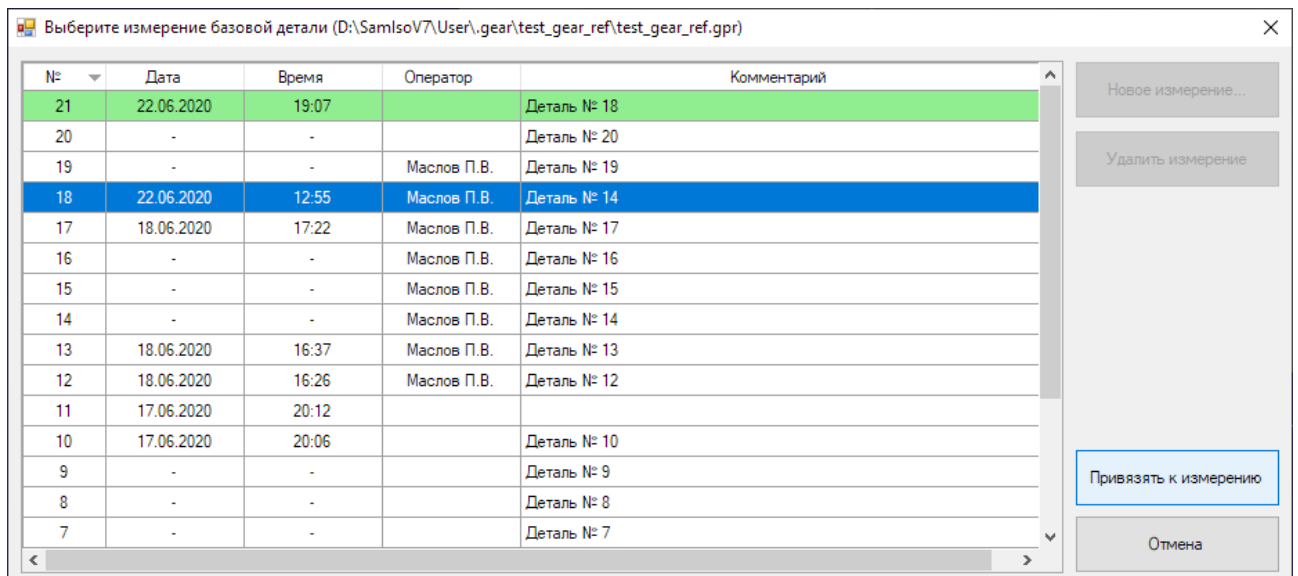
На экран будет выведен единый комплексный отчет по всем деталям сборки, начиная с базовой. Нумерация страниц отчета сквозная. Базовая деталь будет помечена в поле комментария заголовка отчета.

4.5 Привязка отдельных измерений сборки деталей к базовой детали

Если детали сборки были измерены как одиночные, то программа не может установить между ними связь автоматически. В этом случае при попытке загрузки результатов измерения сборки на экран будет выведен запрос о привязке текущего измерения каждой небазовой детали сборки к одному измерению базовой детали:



Нажмите на кнопку «Да». На экране появится окно менеджера измерений базовой детали сборки.



Выберите нужное измерение и нажмите на кнопку «Привязать к измерению».

Будьте внимательны! Привязка к неверному измерению базовой детали может привести к получению некорректных результатов.