

Механика: Пружины

Руководство пользователя



Содержание

Механика: Пружины	6
Пружины сжатия	8
Проектирование пружин сжатия.....	8
Проектный расчет пружин сжатия.....	9
Проектный расчет по методике ГОСТ 13765 - 86	9
Исходные данные.....	9
Результат расчета.....	10
Универсальный расчет.....	11
Исходные данные.....	11
Результат расчета.....	13
Сортировка результатов расчета	15
Фильтр.....	15
Подробная информация о варианте расчета	16
Определение промежуточного положения пружины	18
Сохранение результатов расчета.....	19
Проверочный расчет пружин сжатия	19
Проверочный расчет по силовым характеристикам	19
Исходные данные.....	19
Результат расчета.....	21
Проверочный расчет по геометрическим параметрам.....	22
Исходные данные.....	22
Результат расчета.....	24
Определение промежуточного положения пружины	24
Построение пружины сжатия.....	26
По расчетным данным.....	26
Плоский чертеж	26
Параметры размеров и диаграммы.....	27
Трехмерная модель	28
Без расчета	31
Плоский чертеж	31
Параметры размеров и диаграммы.....	33
Трехмерная модель	34
Справочная информация	36
Классы пружин.....	36
Разряды пружин.....	37
Группы точности на силы или деформации	37
Группы точности на геометрические параметры	38
Предельные отклонения наружного диаметра	38
Предельные отклонения высоты пружины сжатия в свободном состоянии	38

Допуск перпендикулярности	39
Пружины растяжения	41
Проектирование пружин растяжения.....	41
Проектный расчет пружин растяжения.....	42
Проектный расчет по методике ГОСТ 13765 – 86.....	42
Исходные данные.....	42
Результат расчета.....	43
Универсальный расчет.....	44
Исходные данные.....	44
Результат расчета.....	45
Сортировка результатов расчета	47
Фильтр.....	47
Подробная информация о варианте расчета	48
Определение промежуточного положения пружины	49
Сохранение результатов расчета.....	51
Проверочный расчет пружин растяжения	51
Проверочный расчет по силовым характеристикам	51
Исходные данные.....	51
Результат расчета.....	53
Проверочный расчет по геометрическим параметрам.....	54
Исходные данные.....	54
Результат расчета.....	56
Определение промежуточного положения пружины	57
Построение пружины растяжения.....	59
По расчетным данным.....	59
Плоский чертеж	59
Параметры зацепов	60
Параметры размеров и диаграммы	61
Трехмерная модель	62
Параметры зацепов	66
Без расчета	67
Плоский чертеж	67
Параметры зацепов	69
Параметры размеров и диаграммы	70
Трехмерная модель	71
Параметры зацепов	74
Справочная информация	75
Классы пружин.....	75
Разряды пружин.....	76
Группы точности на силы или деформации	77
Группы точности на геометрические параметры	77

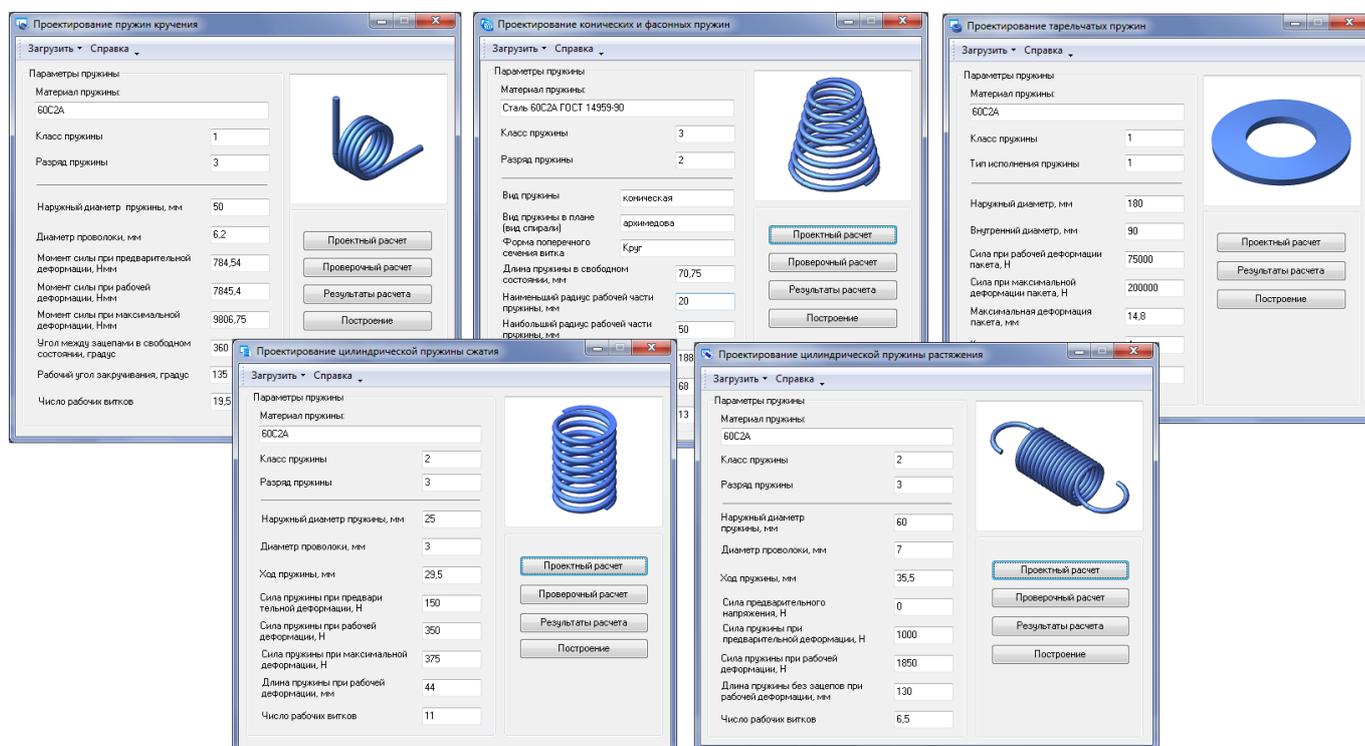
Пределные отклонения наружного диаметра	77
Пределные отклонения длины пружины растяжения в свободном состоянии	78
Пружины кручения	79
Проектирование пружин кручения	79
Проектный расчет пружин кручения	80
Исходные данные	80
Результат расчета	81
Подробная информация о варианте расчета	82
Сортировка результатов расчета	84
Фильтр.....	84
Сохранение результатов расчета.....	84
Проверочный расчет пружин кручения.....	85
Проверочный расчет по силовым характеристикам	85
Исходные данные.....	85
Результат расчета.....	86
Проверочный расчет по геометрическим параметрам.....	87
Исходные данные.....	87
Результат расчета.....	89
Определение числа витков через угол между зацепами	90
Определение угла между зацепами через число витков	91
Построение пружины кручения	92
По расчетным данным.....	92
Плоский чертеж	92
Параметры зацепов	93
Параметры размеров и диаграммы	94
Трехмерная модель	95
Параметры зацепов	98
Без расчета	99
Плоский чертеж	99
Параметры зацепов	101
Параметры размеров и диаграммы	102
Трехмерная модель	103
Параметры зацепов	105
Справочная информация	106
Группы точности на моменты сил или деформации.....	106
Группы точности на геометрические параметры	107
Пределные отклонения наружного диаметра пружин	107
Пределные отклонения углового расположения зацепов	107
Тарельчатые пружины	109
Проектирование тарельчатых пружин	109
Проектный расчет тарельчатых пружин	110

Исходные данные	110
Результат расчета	111
Подробная информация о варианте расчета	112
Сортировка результатов расчета	113
Фильтр.....	113
Определение промежуточного положения пружины	114
Сохранение результатов расчета.....	116
Построение тарельчатых пружин.....	116
По расчетным данным.....	116
Плоский чертеж	116
Компоновка последовательной сборки пакета	118
Параметры размеров и диаграммы	118
Трехмерная модель	119
Параметры построения.....	121
Компоновка последовательной сборки пакета	121
Построение	122
Без расчета	125
Плоский чертеж	125
Компоновка последовательной сборки пакета	127
Параметры размеров и диаграммы	128
Трехмерная модель	129
Параметры построения.....	131
Компоновка последовательной сборки пакета	132
Справочная информация	133
Класс пружин	133
Исполнения пружин	133
Влияние схемы сборки пружин на характеристику "сила - деформация".....	134
Группы точности на контролируемые силы или деформации	135
Группы точности на геометрические параметры	135
Допуски на наружный и внутренний диаметры	136
Допуск на высоту пружины в свободном состоянии	136
Конические пружины	137
Проектирование конических пружин.....	137
Проектный расчет конических пружин.....	138
Исходные данные.....	138
Результат расчета.....	139
Сортировка результатов расчета	140
Фильтр.....	140
Подробная информация о варианте расчета	141
Определение промежуточного положения пружины	142
Сохранение результатов расчета.....	144

Проверочный расчет конических пружин	144
Исходные данные	144
Результат расчета	146
Определение промежуточного положения пружины	147
Построение конических пружин	149
По расчетным данным	149
Плоский чертеж	149
Параметры размеров и диаграммы	151
Трехмерная модель	151
Без расчета	154
Плоский чертеж	154
Параметры размеров и диаграммы.....	156
Трехмерная модель	157

Механика: Пружины

“Механика: Пружины” - система проектирования пружин. Приложение позволяет выполнять проектные и проверочные расчеты пружин сжатия, растяжения, кручения, тарельчатых и конических пружин. По результатам расчетов автоматически формируются чертежи и 3D-модели.



В основу приложения положены следующие методики расчета:

- для пружин сжатия и растяжения — изложенная в ГОСТ 13764-86, ГОСТ 13765-86;
- для тарельчатых пружин — изложенная в ГОСТ 3057-90;
- для пружин кручения — методика из книги В. И. Анурьева «Справочник конструктора-машиностроителя», том 3;
- для конических пружин — методика из книги С. Д. Пономарева, Л. Е. Андреевой «Расчет упругих элементов машин и приборов».

Выполнив проектный расчет, система предлагает множество решений, удовлетворяющих исходным данным, из которых конструктор может выбрать оптимальное по одному или нескольким критериям.

При создании чертежа пружины можно выбрать тип зацепа, автоматическую простановку размеров, отрисовку выносных видов, диаграмму деформаций или усилий. После вставки модели пружины в сборку можно изменять длину пружины, что позволяет выставить пружину в рабочее или промежуточное положение в механизме.

Приложение позволяет для пружин сжатия, растяжения и кручения решить обратную задачу проектного расчета - выполнить проверочный расчет по геометрическим параметрам пружины.

Существуют различные методики проектирования пружин отличные от тех, что заложены в приложении. Для этих случаев в приложении реализована возможность построения пружин без проведения

расчета. Для получения чертежа или модели пружины необходимо просто ввести её размеры. Приложение интерпретирует введенные данные и создает по ним геометрию.

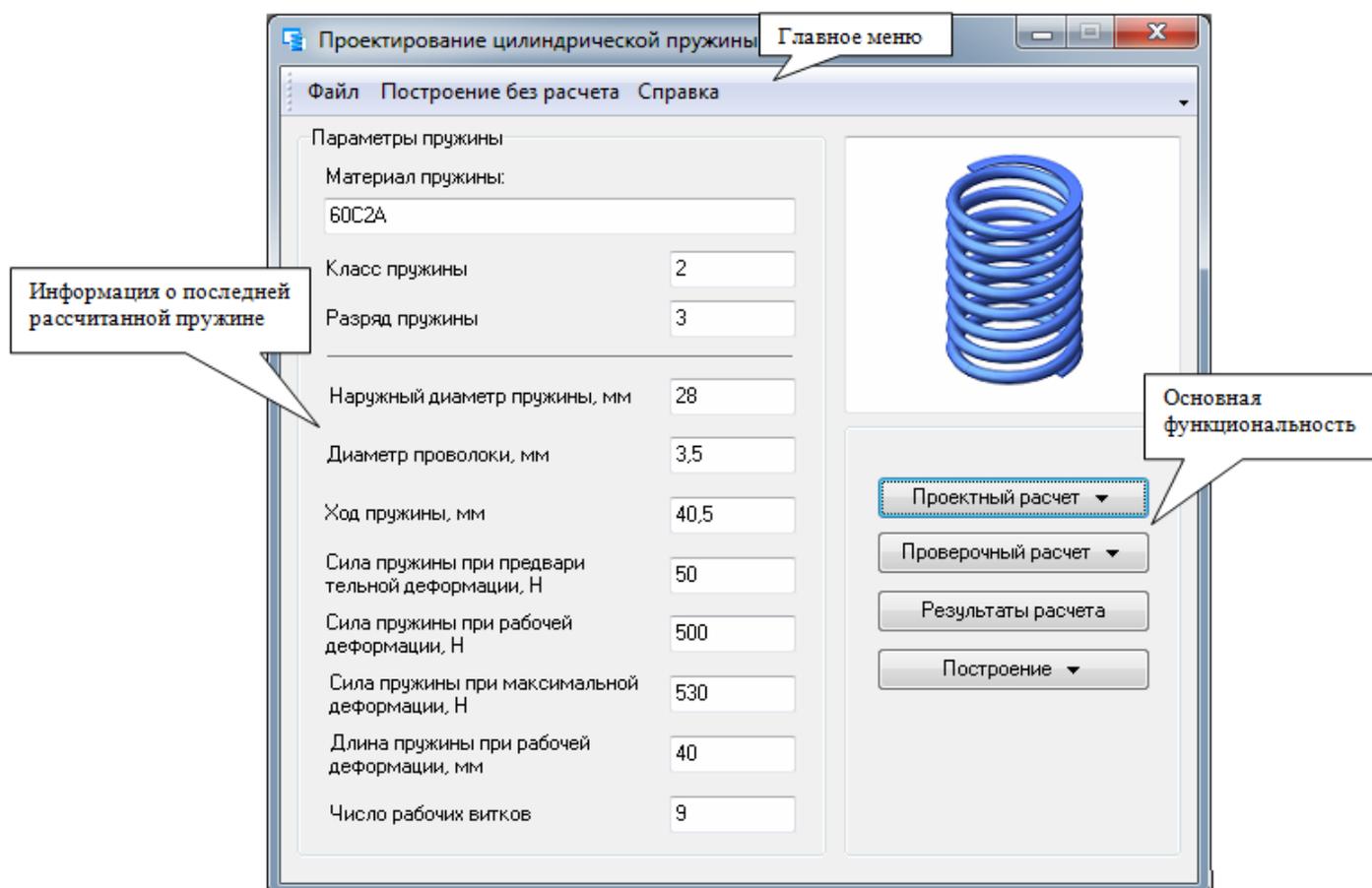
Приложение “Механика: Пружины” позволяет в 15—20 раз повысить скорость проектирования и выпуска конструкторской документации на пружины.

Пружины сжатия

Проектирование пружин сжатия

Модуль «Проектирование цилиндрической пружины сжатия» позволяет провести проектный и проверочный расчет пружин сжатия, а также осуществить построение спроектированной пружины.

Запуск модуля осуществляется выбором в менеджере библиотек пункта «Механика: Пружины → Пружины сжатия».



Функционально окно «Проектирование цилиндрической пружины сжатия» разбито на три части.

В верхней части окна располагается главное меню.

В левой стороне отображается информация о последней рассчитанной пружине.

В правой стороне окна расположены кнопки, с помощью которых возможно провести проектный и проверочный расчет, просмотреть результаты расчета, осуществить 2D и 3D построение спроектированной пружины.

Проектный расчет пружин сжатия

Целью проектного расчета является определение геометрических параметров пружины, соответствующих заданным нагрузкам и условиям работы.

Задача проектного расчета имеет множество решений, из которых необходимо выбрать оптимальное по одному или нескольким критериям.

Проектный расчет по методике ГОСТ 13765 - 86

Исходные данные

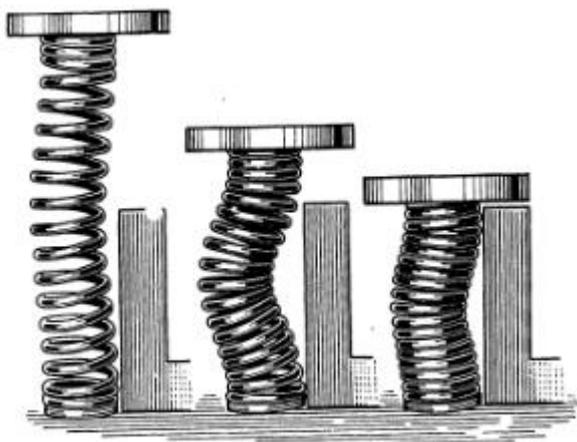
Для запуска формы проектного расчета (методика ГОСТ 13765 - 86) выберите на главной форме "Проектный расчет --> По методике ГОСТ 13765 - 86".

В форме проектного расчета необходимо ввести следующие исходные данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал пружины;

- число поджатых и обработанных витков с одной стороны;
- силу пружины при предварительной деформации F_1 ;
- силу пружины при рабочей деформации F_2 ;
- рабочий ход пружины.

При большой длине пружины возникает опасность потери продольной устойчивости, т.е. выпучивания пружины в сторону. Подобное явление в условиях эксплуатации может полностью нарушить работу узла машины, включающего пружину сжатия, поскольку характеристика пружины полностью искажается и сама пружина, изгибаясь заметно перенапрягается.



Чтобы исключить варианты расчета пружин не удовлетворяющие условию устойчивости установите галочку в поле "Использовать в расчете ограничения на устойчивость пружины".

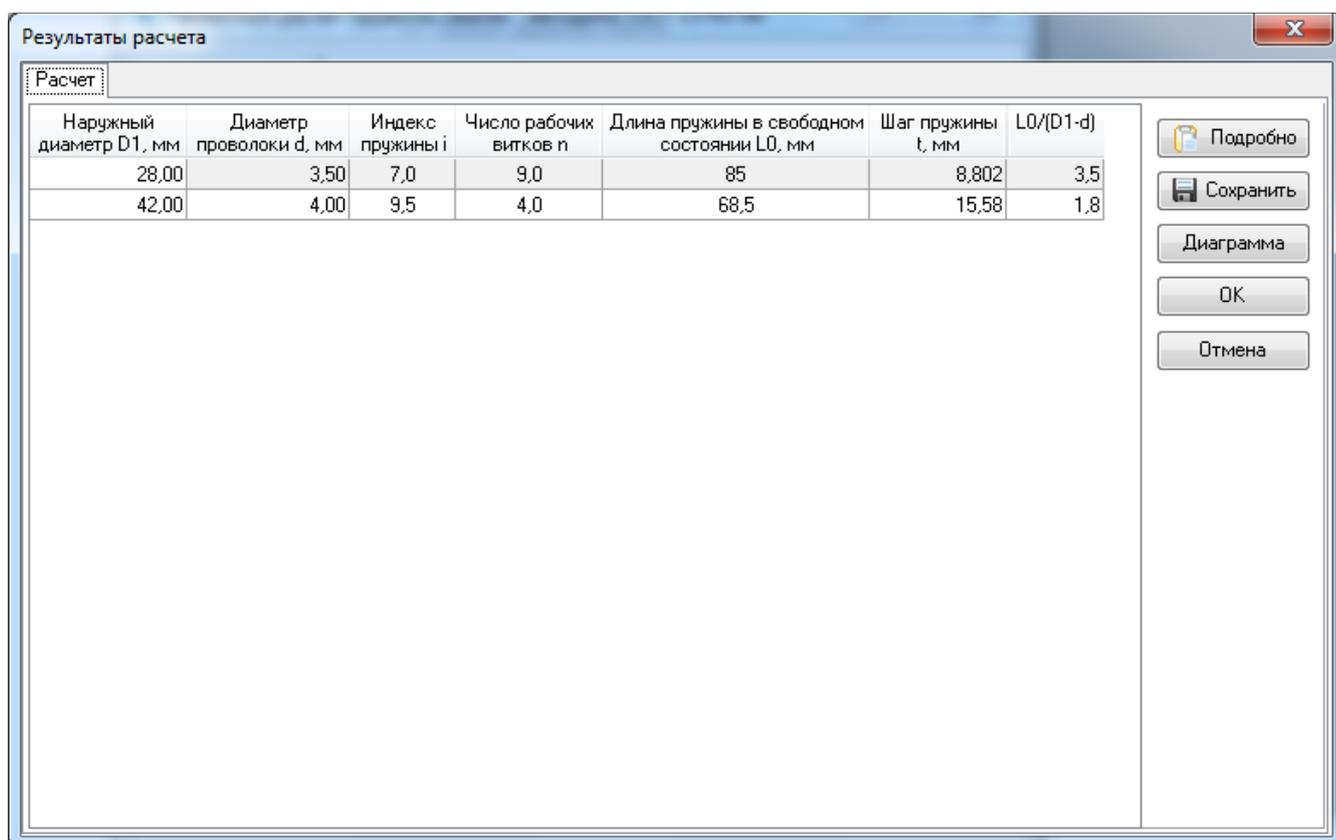
После установки галочки в поле "Использовать в расчете ограничения на устойчивость пружины" станут доступны два варианта накладываемого ограничения устойчивости:

- длина пружины меньше либо равна среднему диаметру пружины $L_0 \leq (D_1 - d)$, в этом случае пружину можно использовать без направляющего стержня;
- длина пружины меньше либо равна пяти средним диаметрам пружины $L_0 \leq 5 \cdot (D_1 - d)$, в этом случае пружину рекомендуется использовать с направляющим стержнем.

После ввода исходных данных нажмите кнопку "Рассчитать".

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».



На форме «Результаты расчета» представлены варианты расчета пружин.

Выделив интересующий вариант расчета, вы можете просмотреть подробную информацию о предлагаемом варианте, нажав кнопку «Подробнее».

Для сохранения результатов расчета предназначена кнопка «Сохранить». Загрузить данные ранее рассчитанной пружины можно с помощью пункта главного меню формы «Проектирование цилиндрической пружины сжатия».

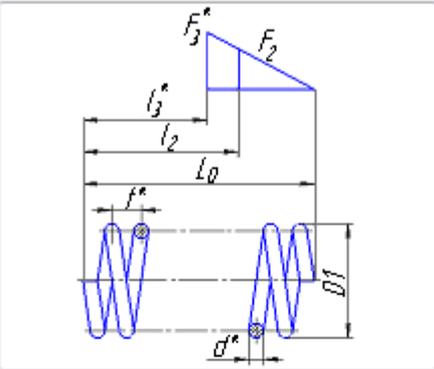
После выбора наиболее подходящего варианта пружины необходимо нажать кнопку «ОК».

Универсальный расчет

Исходные данные

Для запуска формы проектного расчета (универсальная методика) выберите на главной форме "Проектный расчет --> Универсальный".

Проектный расчет пружины сжатия - универсальный



Класс пружины: 2

Разряд пружины: 3

Материал пружины: 60С2А

Диаметр пружины, мм D1: 60

Число поджатых и обработанных витков с одной стороны: n2=1; n3=0

Сила пружины при предварительной деформации, Н F1: 50

Сила пружины при рабочей деформации, Н F2: 500

Рабочий ход пружины, мм h: 40

Использовать в расчете ограничения на устойчивость пружины

Пружина без направляющего стержня или гильзы $L_0 \leq (D1-d)$

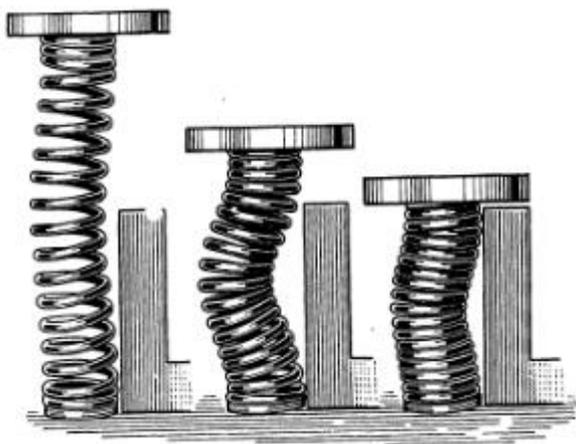
Пружина с направляющим стержнем или гильзой $L_0 \leq 5 \cdot (D1-d)$

Рассчитать Отмена

В форме проектного расчета необходимо ввести следующие исходные данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал пружины;
- внешний диаметр пружины D1;
- число поджатых и обработанных витков с одной стороны;
- силу пружины при предварительной деформации F1;
- силу пружины при рабочей деформации F2;
- рабочий ход пружины.

При большой длине пружины возникает опасность потери продольной устойчивости, т.е. выпучивания пружины в сторону. Подобное явление в условиях эксплуатации может полностью нарушить работу узла машины, включающего пружину сжатия, поскольку характеристика пружины полностью искажается и сама пружина, изгибаясь заметно перенапрягается.



Чтобы исключить варианты расчета пружин не удовлетворяющие условию устойчивости установите галочку в поле "Использовать в расчете ограничения на устойчивость пружины".

После установки галочки в поле "Использовать в расчете ограничения на устойчивость пружины" станут доступны два варианта накладываемого ограничения устойчивости:

- длина пружины меньше либо равна среднему диаметру пружины $L_0 \leq (D_1 - d)$, в этом случае пружину можно использовать без направляющего стержня;
- длина пружины меньше либо равна пяти средним диаметрам пружины $L_0 \leq 5 \cdot (D_1 - d)$, в этом случае пружину рекомендуется использовать с направляющим стержнем.

После ввода исходных данных нажмите кнопку "Рассчитать".

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».

Результаты расчета

Расчет Дополнительно

Наружный диаметр D1, мм	Диаметр проволоки d, мм	Индекс пружины i	Число рабочих витков n	Длина пружины в свободном состоянии L0, мм	Шаг пружины t, мм	L0/(D1-d)
60	4,5	12,33	2	70	28,25	1,3
60	4,8	11,5	3	94	26,533	1,7
60	5	11	3,5	96,5	23,286	1,8
60	5,5	9,91	5	105	17,7	1,9
60	5,6	9,71	5,5	110	16,945	2
60	6	9	7	118	14,286	2,2
60	6,2	8,68	8,5	133	13,459	2,5
60	6,3	8,52	9	137	13,122	2,6
60	6,5	8,23	10	144	12,45	2,7
60	7	7,57	14	179	11,286	3,4
60	7,1	7,45	15	188	11,113	3,6
60	7,5	7	19	225	10,658	4,3

На форме «Результаты расчета» представлены варианты расчета пружин.

Выделив интересующий вариант расчета, вы можете просмотреть подробную информацию о предлагаемом варианте, нажав кнопку «Подробнее».

Для сохранения результатов расчета предназначена кнопка «Сохранить». Загрузить данные ранее рассчитанной пружины можно с помощью пункта главного меню формы «Проектирование цилиндрической пружины сжатия».

После выбора наиболее подходящего варианта пружины необходимо нажать кнопку «OK».

На вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите новое значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

Расчет Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Число рабочих витков	n	7	
Полное число витков	n1	9	
Длина развёрнутой пружины, мм	L	1556	
✎ Длина пружины в свободном состоянии, мм	L0	116	-2
✎ Длина пружины при предварительной деформации, мм	L1	111,5	-2
✎ Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2	72,5	-3
Длина пружины при максимальной деформации, мм	L3	60	
Предварительная деформация пружины, мм	S1	4,5	
Рабочая деформация пружины, мм	S2	43,5	
✎ Максимальная деформация пружины, мм	S3	56	-3
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	50	
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	500	
✎ Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	637	-4
✎ Относительный инерционный зазор	Clearance	0,215	-14
Рабочий ход пружины, мм	h	39	
✎ Максимально касательное напряжение, МПа	Tau3	471	-4
Допускаемое касательное напряжение, МПа	Tau	960	
Масса пружины, кг	m	0,337	
✎ Шаг пружины, мм	t	14	-2
Жесткость пружины, Н/мм			
Критическая скорость пружины			-18
Объем, занимаемый пружиной,			-2

Сохранить

Отменить

12.571 14.286 14

Применить Отменить

После того, как скорректируете параметры нажмите кнопку "Сохранить".

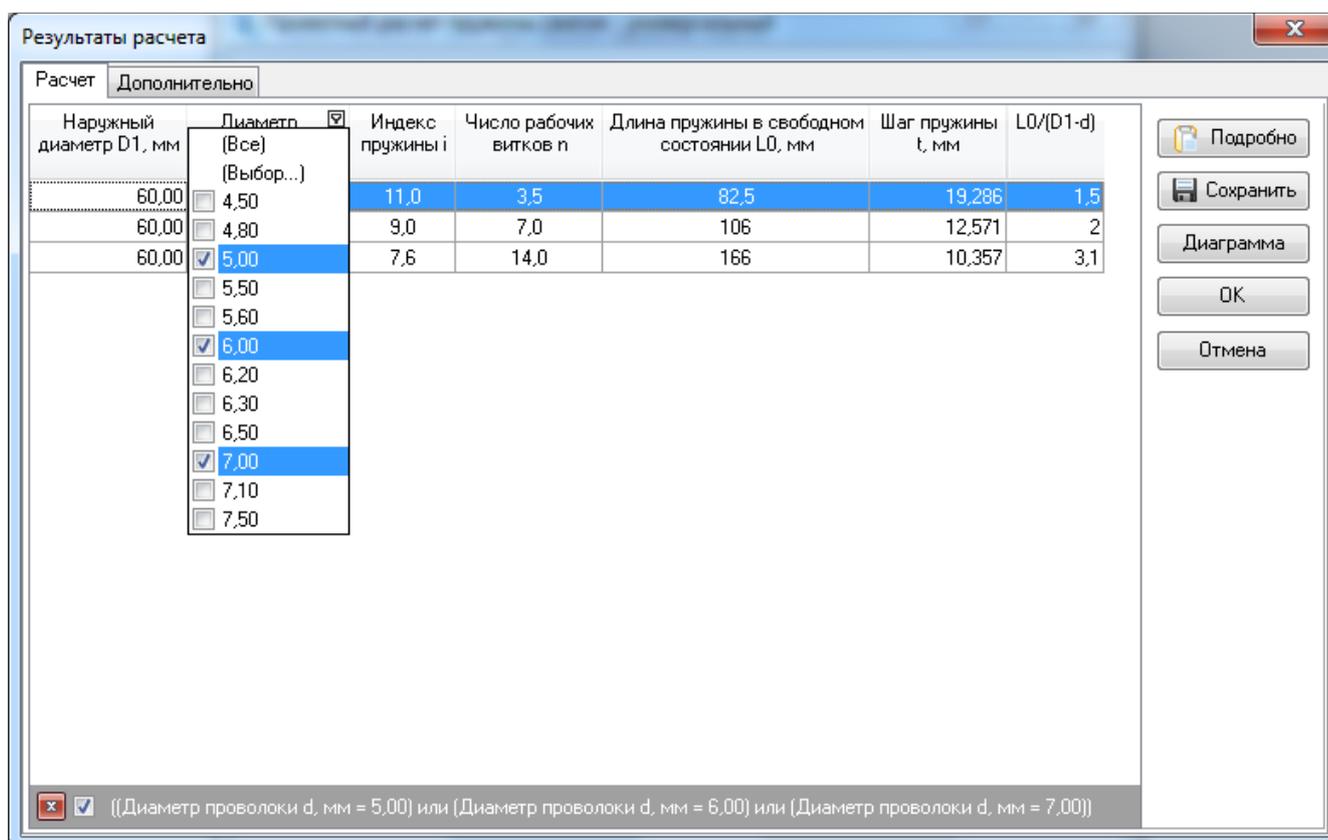
Сортировка результатов расчета

Вы можете отсортировать полученные данные по одному или нескольким полям.

Для того, чтобы отсортировать данные по одному полю, необходимо щелкнуть мышкой на заголовке сортируемого поля. Для сортировки по нескольким полям данных, необходимо, удерживая клавишу Shift, щелкнуть мышкой заголовки тех полей данных, по которым будет осуществляться сортировка.

Фильтр

Для задания фильтра необходимо щелкнуть на значке, появляющемся в правом верхнем углу заголовка поля данных, и в открывшемся списке проставить галочки напротив тех значений, которые должны входить в фильтр.



Подробная информация о варианте расчета

Для просмотра более детальной информации о предлагаемом варианте расчета, выделите вариант расчета и нажмите кнопку «Подробнее».

Предварительный просмотр

100% | 1 | Закрывать

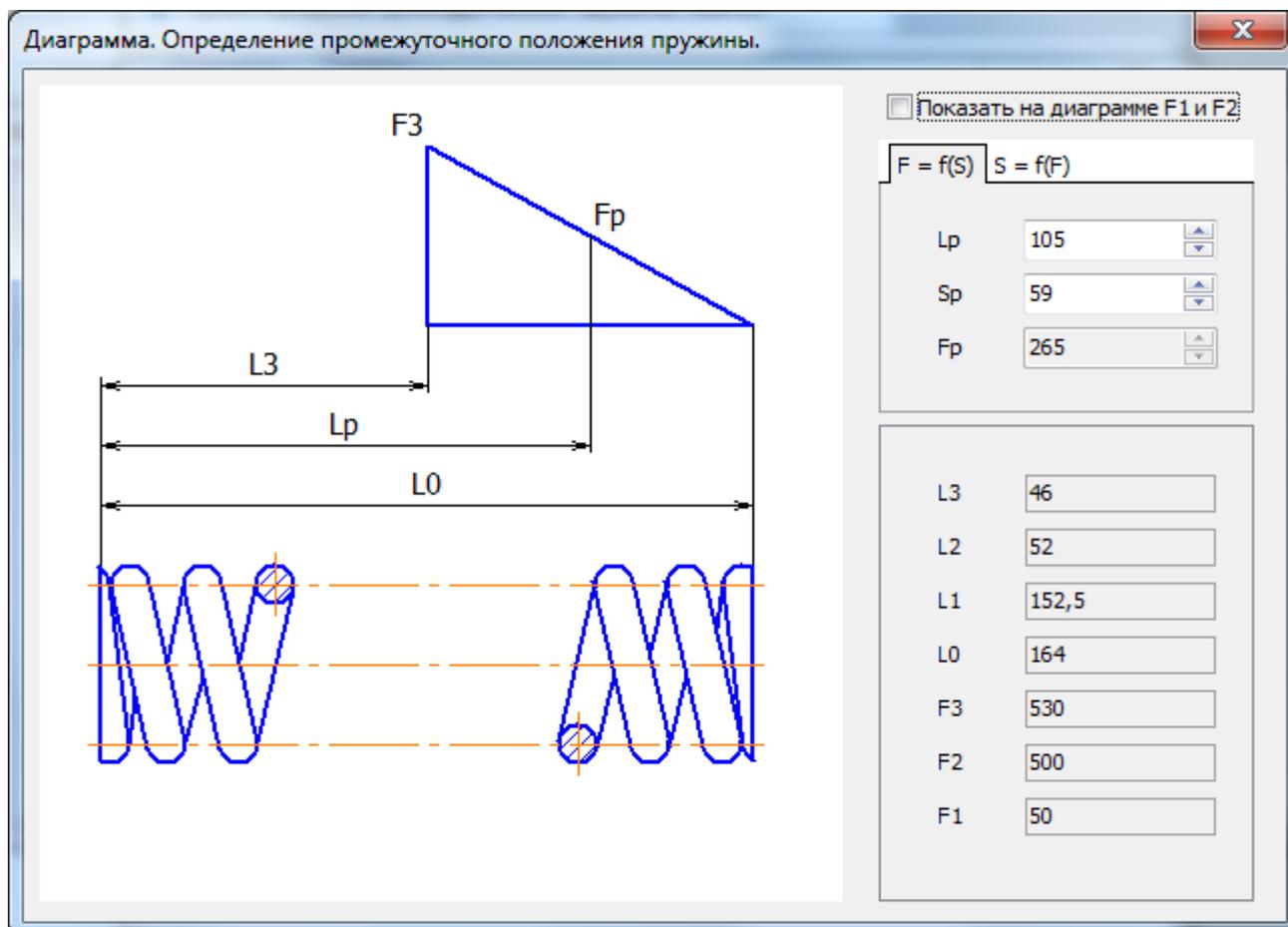
Проектный расчет цилиндрической пружины сжатия

Наименование параметра	Значение (свойство)	
Материал Проволока 60С2А-Н-2-ХН-6,5 ГОСТ 14963-78		
Класс	---	2
Разряд	---	3
Относительный инерционный зазор	δ	0,205
Наружный диаметр пружины, мм	D1	60
Диаметр проволоки, мм	d	6,5
Число рабочих витков	n	10
Полное число витков	n1	12
Число поджатых витков с одной стороны	n2	1
Число зашлифованных витков с одной стороны	n3	0
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	50
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	500
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	629
Рабочий ход пружины, мм	H	39,5
Длина пружины, мм	L0	140
Длина пружины при предварительной деформации, мм	L1	135,5
Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2	96
Длина пружины при максимальной деформации, мм	L3	85
Максимальное касательное напряжение, МПа	τ_3	368
Допускаемое касательное напряжение, МПа	$[\tau]$	960
Модуль сдвига материала, МПа	G	78500
Плотность материала, кг/м ³	ρ	8000
Масса пружины, кг	m	0,435
Длина развернутой пружины, мм	L	2055
Жесткость пружины, Н/мм	c	11,439
Критическая скорость пружины сжатия, м/с	Vk	5,55
Объем, занимаемый пружиной, мм ³	V	382923

Страница 1 из 1

Определение промежуточного положения пружины

Для определения промежуточного положения пружины нажмите на кнопку "Диаграмма" на форме "Результаты расчета".

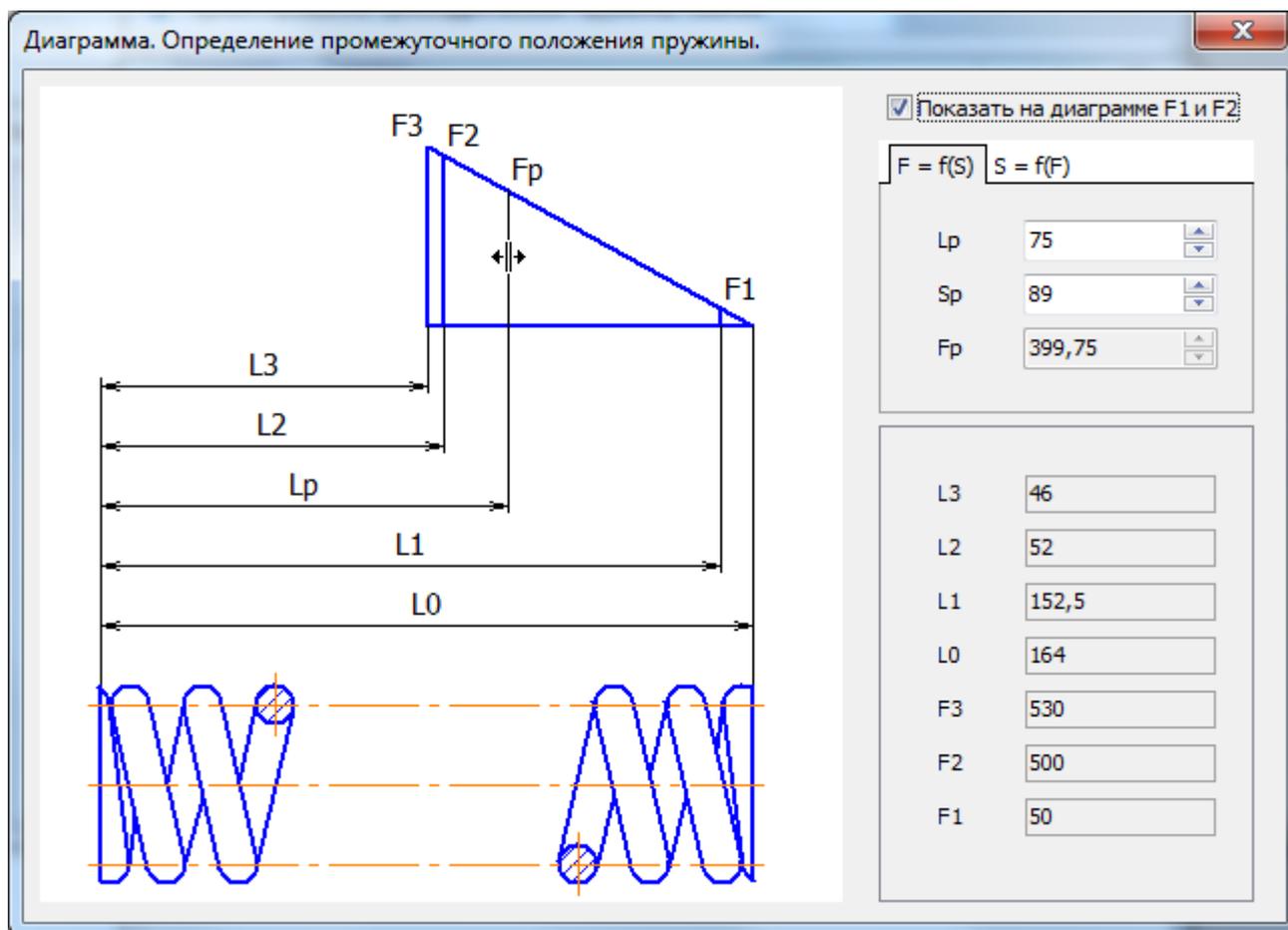


В том случае, когда требуется определить силу, которую необходимо приложить к пружине, чтобы получить заданную деформацию или длину, выберите вкладку $F=f(S)$. После ввода значения L_p (длина пружины) или S_p (деформация) будет рассчитано значение силы F_p . Для определения деформации под действием заданной нагрузки необходимо выбрать вкладку $S=f(F)$. После ввода значения силы (F_p) будут рассчитаны значения L_p (длина пружины) и S_p (деформация).

Для того, чтобы отобразить на диаграмме значение сил F_1 (сила при предварительной деформации) и F_2 (сила при рабочей деформации) выберите опцию "Показать на диаграмме F_1 и F_2 ".

Параметры, необходимые для определения промежуточного состояния пружины, могут быть заданы путем ввода значений в соответствующие поля на вкладках $F=f(S)$ или $S=f(F)$, а также графически.

При графическом способе определения параметров, наведите указатель мыши на линию, отображающую значение F_p на диаграмме, в результате произойдет изменение курсора как показано на рисунке. Удерживая левую кнопку мыши перетащите линию определяющую F_p до нужного положения.



Сохранение результатов расчета

Для сохранения результатов расчета необходимо нажать на кнопку «Сохранить» на форме «Результаты расчета». Сохраненные данные можно будет в дальнейшем загрузить через команду главного меню «Загрузить сохраненный расчет» формы «Проектирование цилиндрической пружины сжатия».

Проверочный расчет пружин сжатия

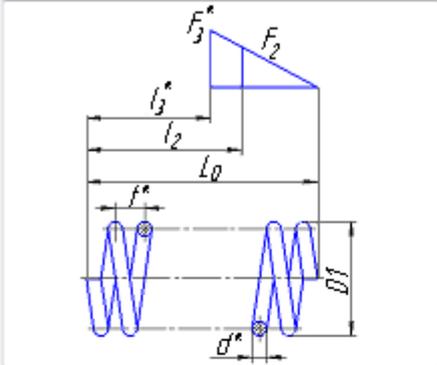
Целью проверочного расчета является проверка возможности использования пружины при определенных нагрузках.

Проверочный расчет по силовым характеристикам

Исходные данные

Для проведения проверочного расчета по силовым характеристикам нажмите на главной форме кнопку «Проверочный расчет» --> «По силовым характеристикам».

Проверочный расчет пружины сжатия по силовым характеристикам



Класс пружины: 2

Разряд пружины: 3

Материал пружины: 60С2А

Диаметр пружины, мм D1: 60

Диаметр проволоки, мм d: 6

Индекс пружины $i = D/d$ $i \geq 4$: 9,00

Число рабочих витков пружины $1 \leq n \leq 20$ кратно 0,5; $n > 20$ кратно 1: 10

Число поджатых и обработанных витков с одной стороны: n2=1; n3=0

Сила пружины при предварительной деформации, Н F1: 50

Сила пружины при рабочей деформации, Н F2: 500

Сила пружины при максимальной деформации, Н $F_3 = F_2 / (1 - \delta)$; [526; 667] F3: 625

Относительный инерционный зазор $\delta = [0,05; 0,25]$ δ : 0,2

Рассчитать Отмена

В форме проверочного расчета необходимо ввести следующие данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- наружный диаметр пружины;
- диаметр проволоки;
- число рабочих витков пружины;
- число поджатых и обработанных витков с одной стороны;
- силу пружины при предварительной деформации;
- силу пружины при рабочей деформации;
- силу пружины при максимальной деформации.

Сила пружины при максимальной деформации рассчитывается по следующей формуле:

$$F_3 = \frac{F_2}{1 - \delta}$$

Из формулы видно, что сила пружины при максимальной деформации F_3 зависит от силы пружины при рабочей деформации F_2 и относительного инерционного зазора. Относительный инерционный зазор для каждого класса пружин задан интервалом значений, соответственно, значение силы при максимальной деформации может варьироваться внутри интервала значений.

Интервал значений внутри которого должно находиться значение силы F_3 указан в квадратных скобках, после формулы, по которой вычисляется F_3 .

Интервал значений инерционного зазора определяется заданным классом пружины.

Для пружин сжатия I и II классов:

$$\delta = 0,05 \text{ до } 0,25$$

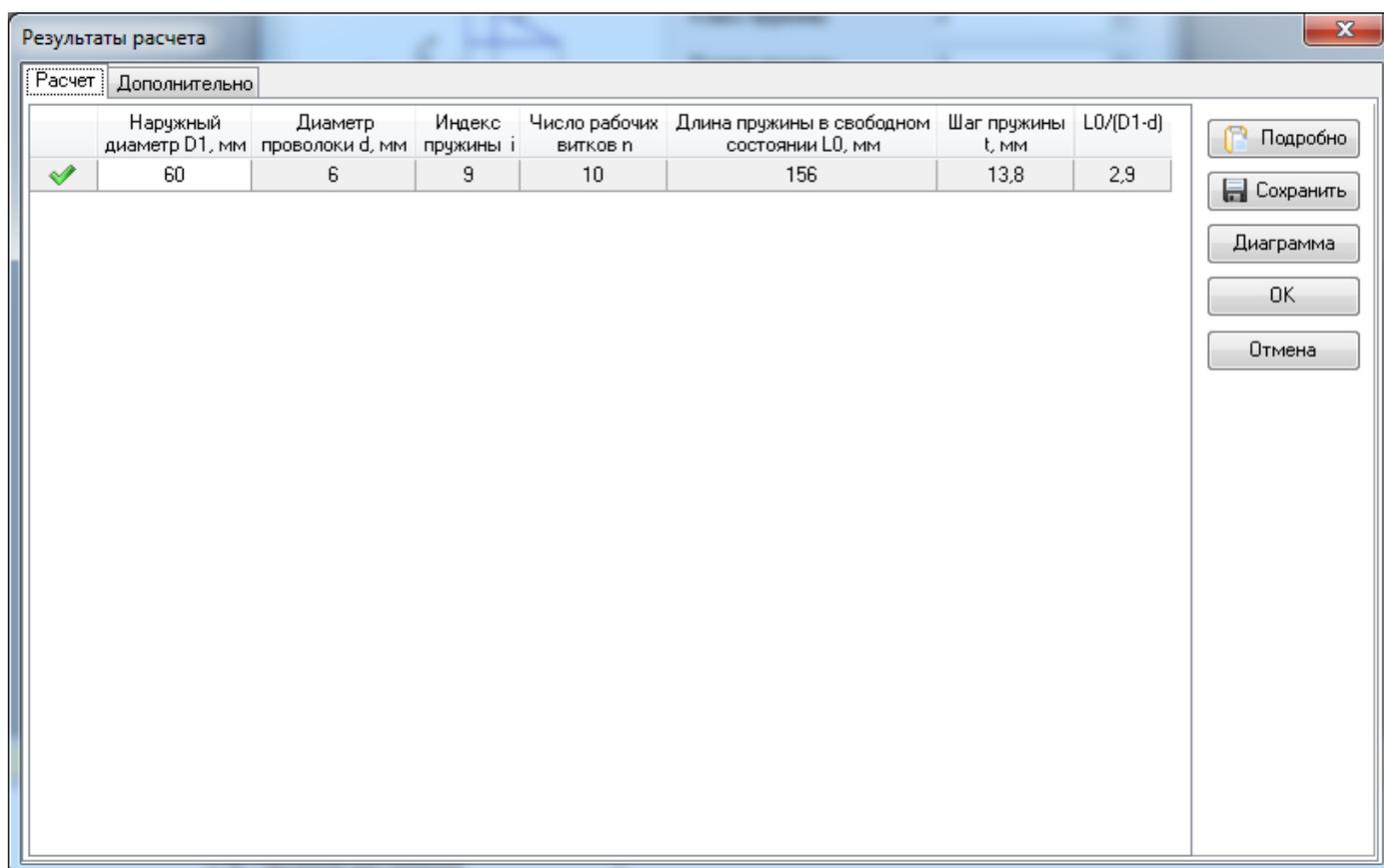
Для одножильных пружин III класса:

$$\delta = 0,1 \text{ до } 0,4$$

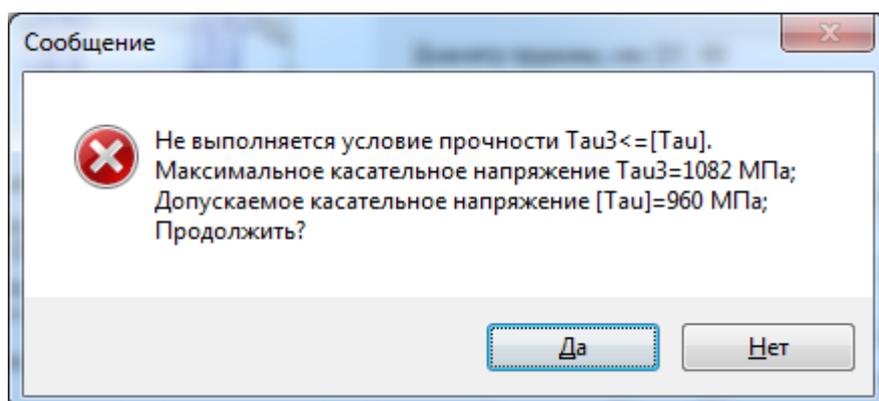
После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».



В том случае, если пружина не удовлетворяет условию прочности, будет выдано сообщение, сигнализирующее о том, что условие прочности не выполнено.



Если пружина проходит по прочности, на вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите новое значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

Расчет | Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Число рабочих витков	n	10	
Полное число витков	n1	12	
Длина развёрнутой пружины, мм	L	2074	
 Длина пружины в свободном состоянии, мм	L0	156	
 Длина пружины при предварительной деформации, мм	L1	149,75	
 Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2	94	
Длина пружины при максимальной деформации, мм	L3	78	
Предварительная деформация пружины, мм	S1	6,25	
Рабочая деформация пружины, мм	S2	62	
 Максимальная деформация пружины, мм	S3	78	
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	50	
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	500	
 Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	625	
 Относительный инерционный зазор	Clearance	0,2	
Рабочий ход пружины, мм	h	55,75	
 Максимально касательное напряжение, МПа	Tau3	462	
Допускаемое касательное напряжение, МПа	Tau	960	
Масса пружины, кг	m	0,449	
 Шаг пружины, мм	t	13,8	
Жесткость пружины, Н/мм			
Критическая скорость пружины			
Объем, занимаемый пружиной,			

Сохранить

Отменить

12.6 14.3 14

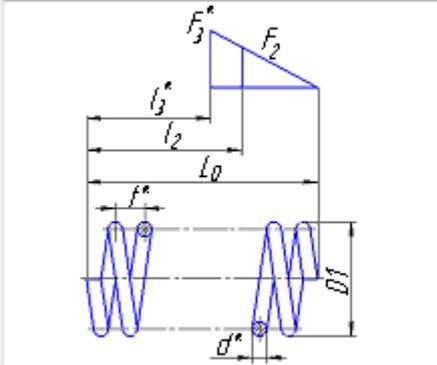
Применить Отменить

Проверочный расчет по геометрическим параметрам

Исходные данные

Для проведения проверочного расчета по геометрическим параметрам нажмите на главной форме кнопку «Проверочный расчет» --> «По геометрическим параметрам».

Проверочный расчет пружины сжатия по геометрическим параметрам...



Класс пружины: 2

Разряд пружины: 3

Материал пружины: 60С2А

Диаметр пружины, мм D1: 28

Диаметр проволоки, мм d: 3.5

Индекс пружины $i = D/d$ $i \geq 4$: 7,00

Число рабочих витков пружины $1 \leq n \leq 20$ кратно 0.5; $n > 20$ кратно 1: 9

Число поджатых и обработанных витков с одной стороны: n2=1; n3=0.75

Длина пружины в свободном состоянии, мм L0: 85

Длина пружины при предварительной деформации, мм L1: 81

Длина пружины при рабочей деформации, мм L2 = [39.5; 49]: 40

Длина пружины при максимальной деформации, мм L3: 37

Рассчитать

Отмена

В форме проверочного расчета необходимо ввести следующие данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- наружный диаметр пружины;
- диаметр проволоки;
- число рабочих витков пружины;
- число поджатых и обработанных витков с одной стороны;
- длину пружины в свободном состоянии;
- длину пружины при предварительной деформации;
- длину пружины при рабочей деформации;
- длину пружины при максимальной деформации.

После ввода значений параметров d , $D1$, n , $L0$ рассчитывается значение силы $F3$, и предлагается выбрать значение $L2 = [L2 \text{ min}; L2 \text{ max}]$, при котором будет такая сила $F2$, что относительный инерционный зазор будет соответствовать выбранному классу пружины.

Для пружин сжатия I и II класса:

$$\delta = 0,05 \text{ до } 0,25$$

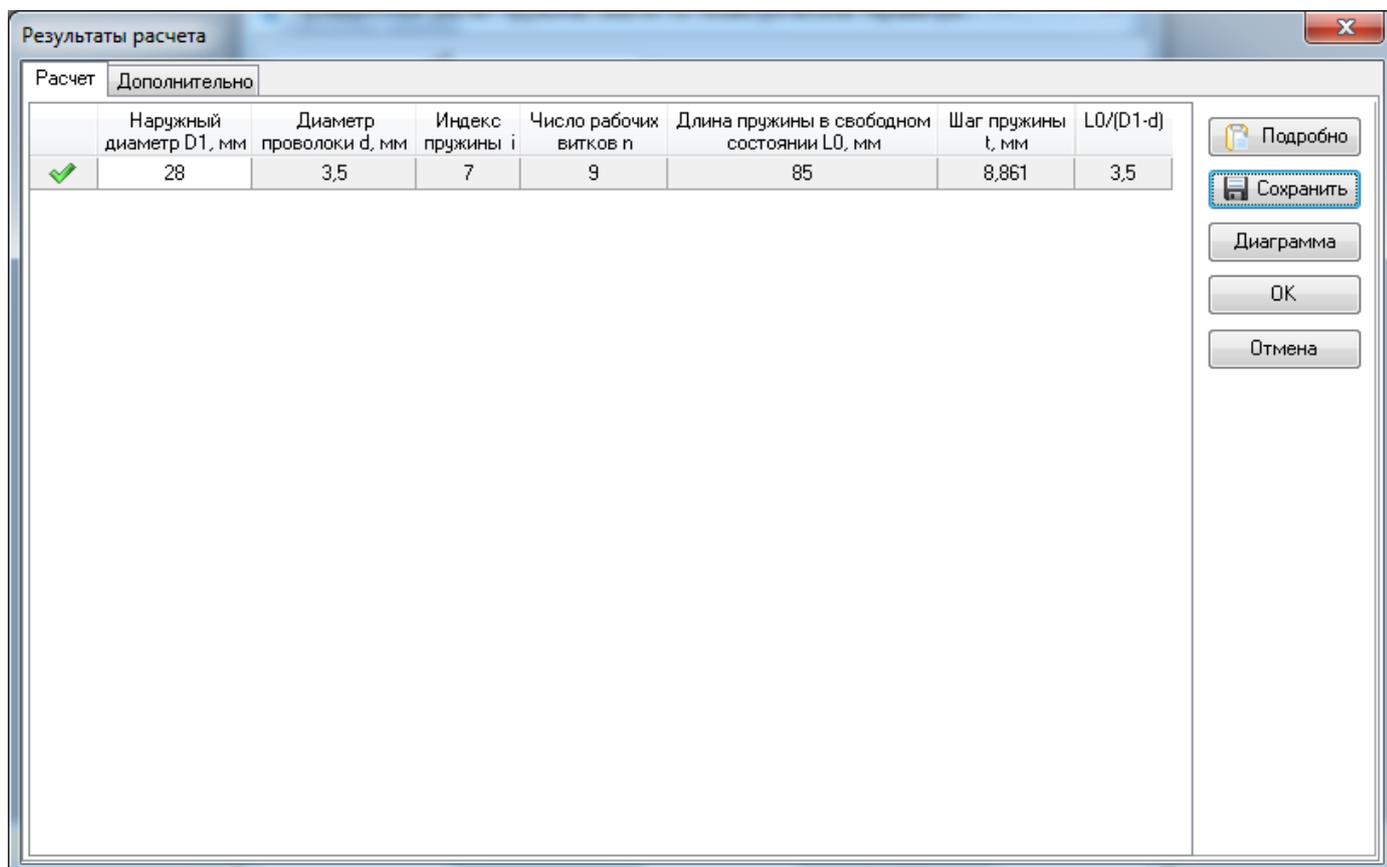
Для одножильных пружин III класса:

$$\delta = 0,1 \text{ до } 0,4$$

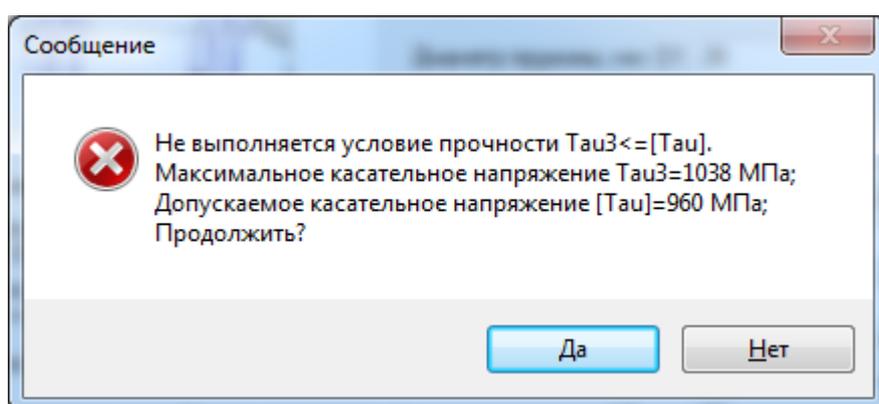
После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».

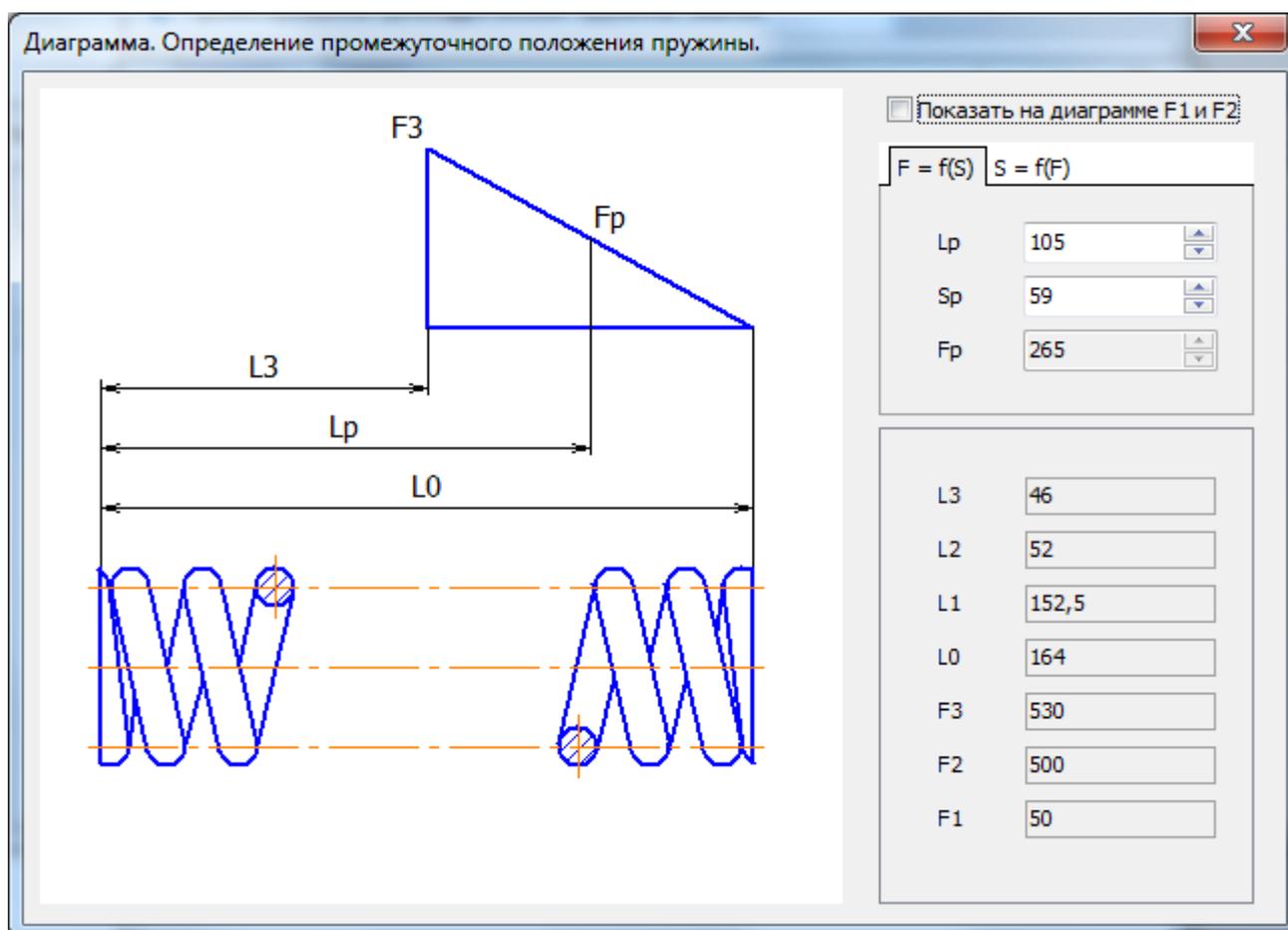


В том случае, если пружина не удовлетворяет условию прочности, будет выдано сообщение, сигнализирующее о том, что условие прочности не выполнено.



Определение промежуточного положения пружины

Для определения промежуточного положения пружины нажмите на кнопку "Диаграмма" на форме "Результаты расчета".

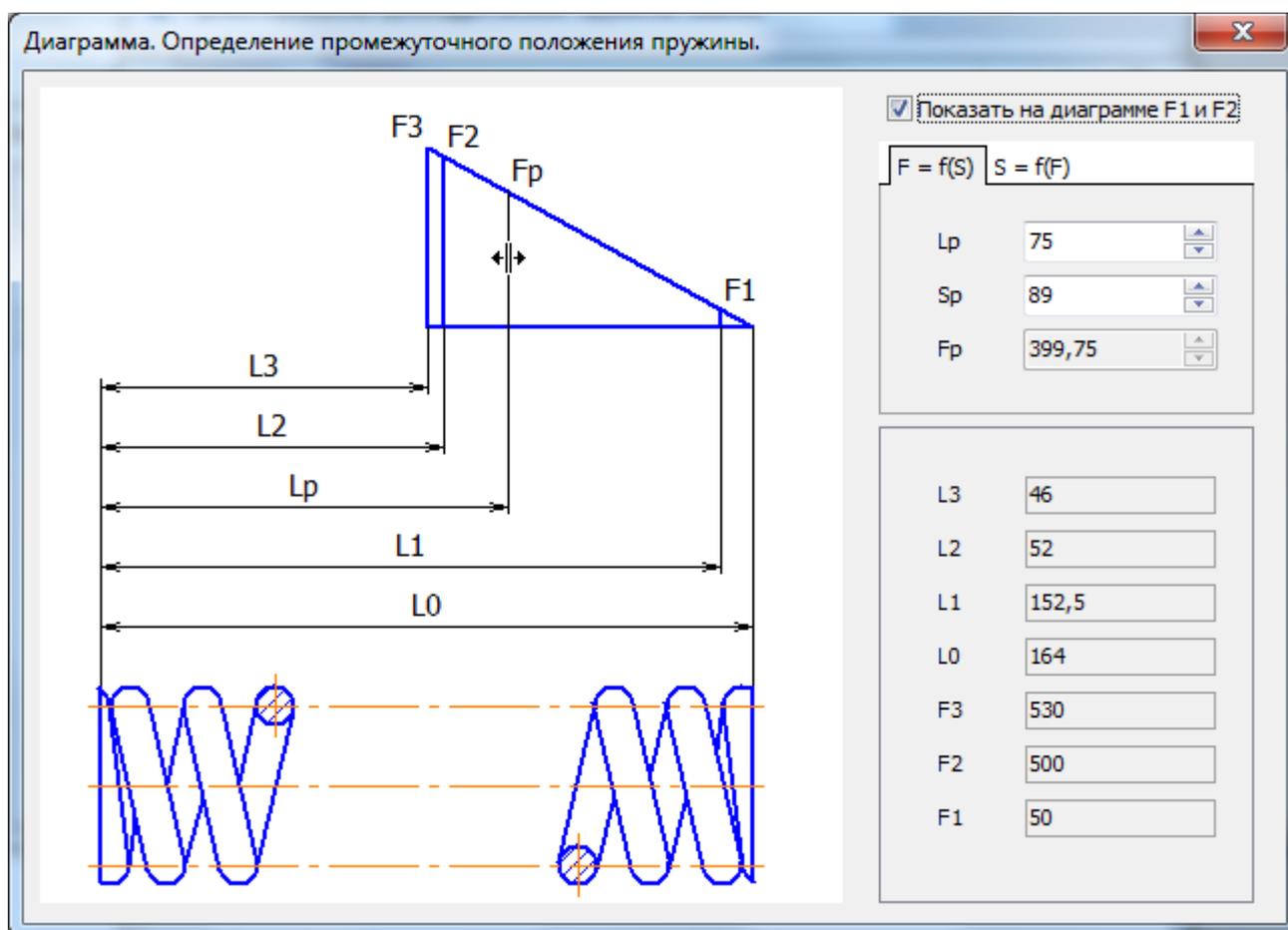


В том случае, когда требуется определить силу, которую необходимо приложить к пружине, чтобы получить заданную деформацию или длину, выберите вкладку $F=f(S)$. После ввода значения L_p (длина пружины) или S_p (деформация) будет рассчитано значение силы F_p . Для определения деформации под действием заданной нагрузки необходимо выбрать вкладку $S=f(F)$. После ввода значения силы (F_p) будут рассчитаны значения L_p (длина пружины) и S_p (деформация).

Для того, чтобы отобразить на диаграмме значение сил F_1 (сила при предварительной деформации) и F_2 (сила при рабочей деформации) выберите опцию "Показать на диаграмме F_1 и F_2 ".

Параметры, необходимые для определения промежуточного состояния пружины, могут быть заданы путем ввода значений в соответствующие поля на вкладках $F=f(S)$ или $S=f(F)$, а также графически.

При графическом способе определения параметров, наведите указатель мыши на линию, отображающую значение F_p на диаграмме, в результате произойдет изменение курсора как показано на рисунке. Удерживая левую кнопку мыши перетащите линию определяющую F_p до нужного положения.

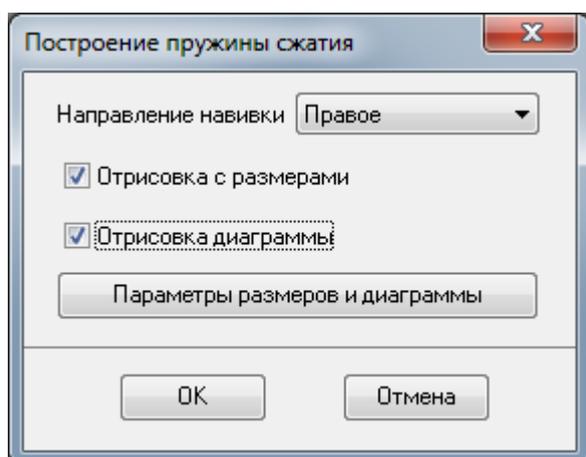
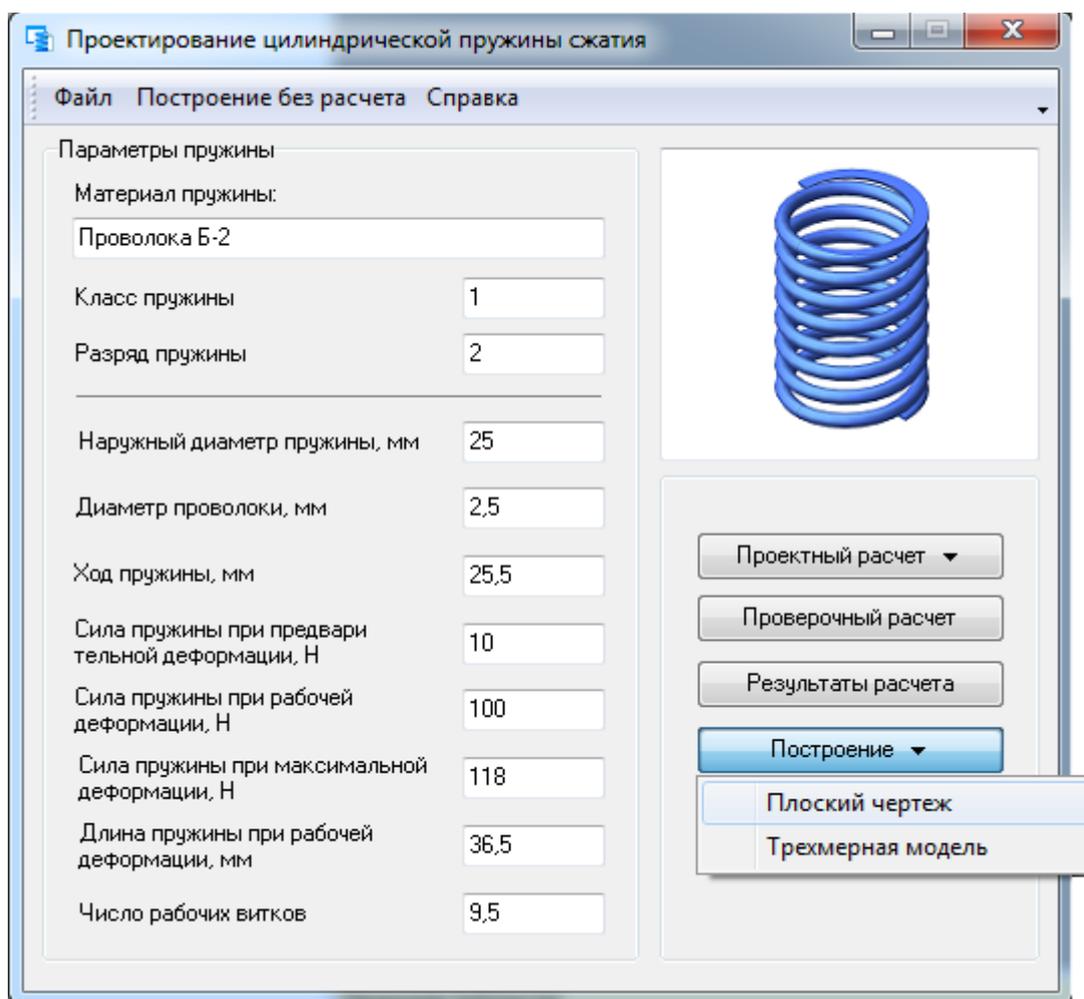


Построение пружины сжатия

По расчетным данным

Плоский чертеж

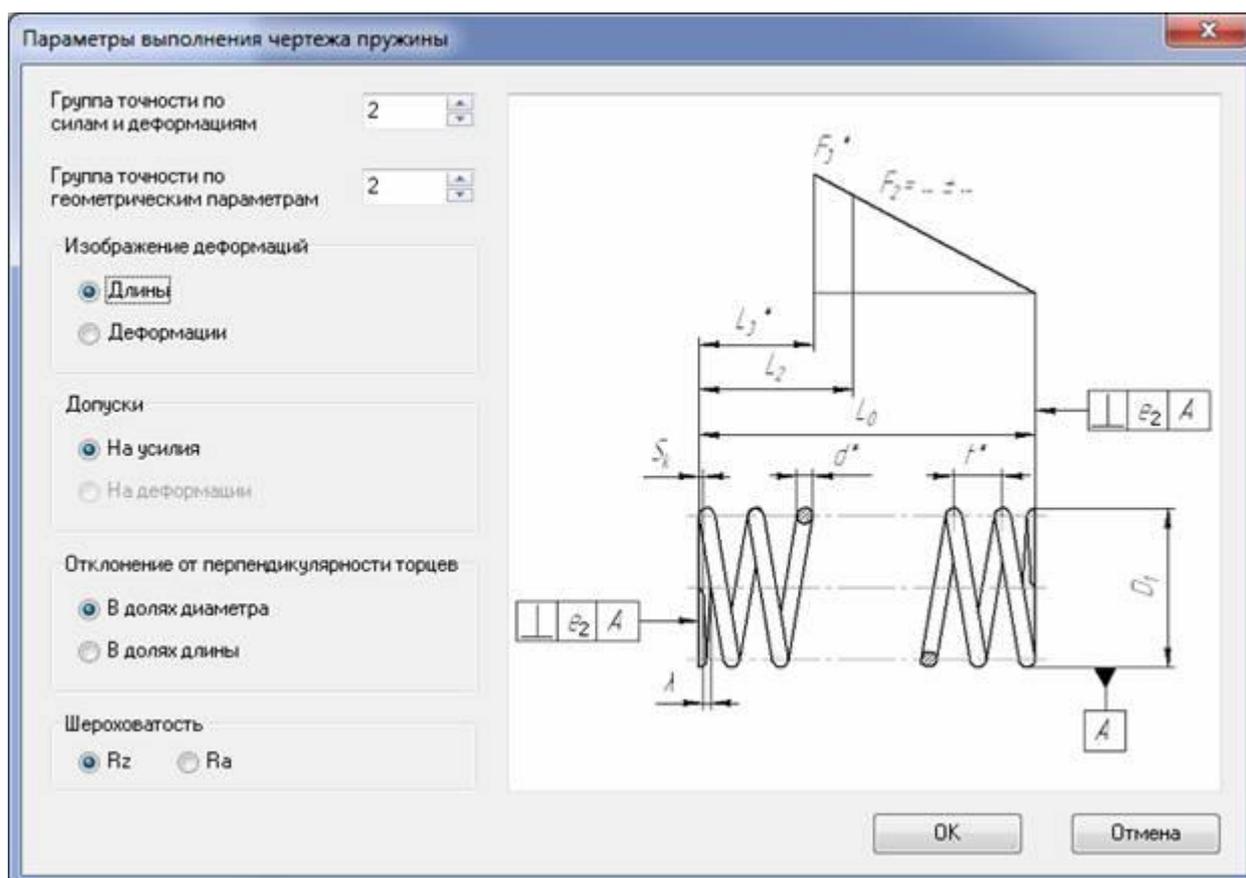
Для построения чертежа пружины щелкните на кнопку «Построение». В открывшемся меню выберите «Плоский чертеж», после чего откроется форма «Построение пружины сжатия».



На форме «Построение пружины сжатия» вы можете задать направление навивки пружины, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



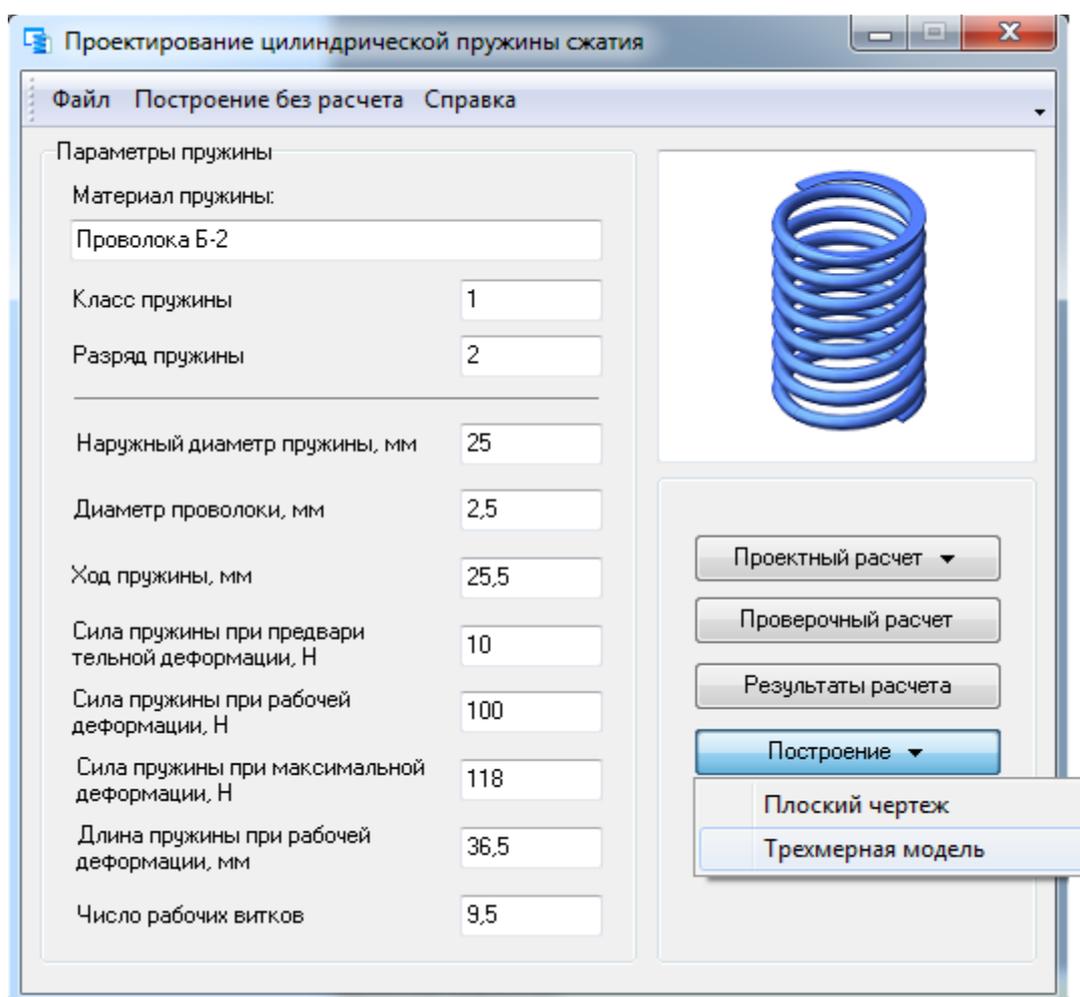
На данной форме вы можете задать группу точности на силы и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать способ изображения деформаций, выбрать вариант назначения допусков, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz.



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

Трёхмерная модель

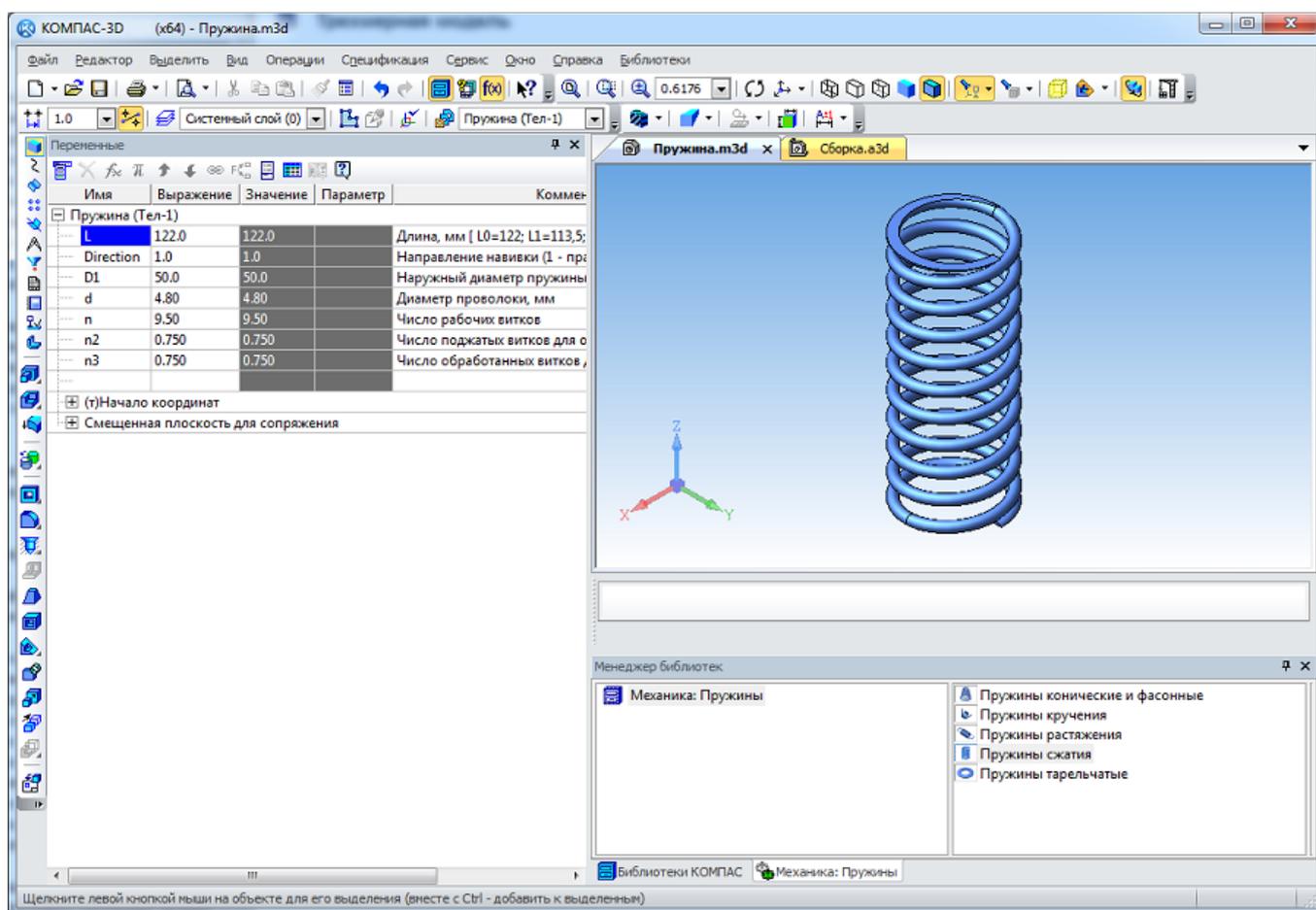
Для построения трёхмерной модели пружины щелкните на кнопку «Построение» и выберите в открывшемся меню «Трёхмерная модель», в результате произойдет построение полностью параметрической модели.



Управление параметрами уже построенной модели осуществляется в окне «Переменные».

Вы можете управлять следующими параметрами:

- L - длина;
- Direction - направление навивки (1 - правое; 0 - левое);
- D1 - наружный диаметр пружины;
- d - диаметр проволоки;
- n - число рабочих витков;
- n2 - число поджатых витков для одного конца пружины;
- n3 - число обработанных витков для одного конца пружины.



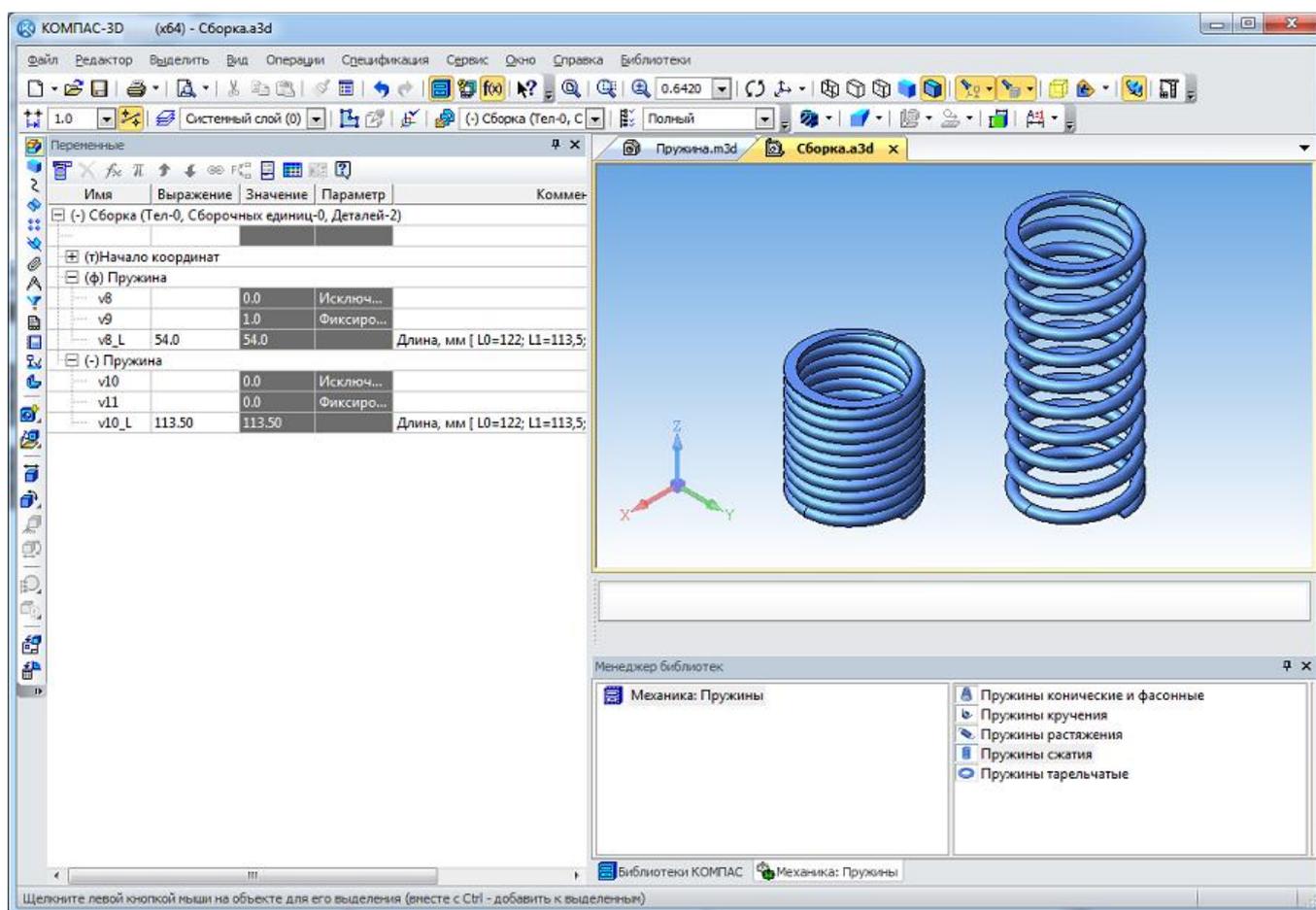
После вставки пружины в сборку вы можете изменять длину пружины, за счет изменения значения внешней переменной L , что позволяет выставить пружину в рабочее состояние или промежуточное.

В поле «Комментарий» окна управления переменными в квадратных скобках указаны значения:

- L_0 – длина пружины в свободном состоянии;
- L_1 – длина пружины при предварительной деформации;
- L_2 – длина пружины при рабочей деформации;
- L_3 – длина пружины при максимальной деформации.

Если сила, при предварительной деформации F_1 равна нулю, то значение L_1 в поле «Комментарий» не выводится.

Использование переменных в 3D модели позволяет одну и ту же модель пружины по-разному деформировать в сборке.



Без расчета

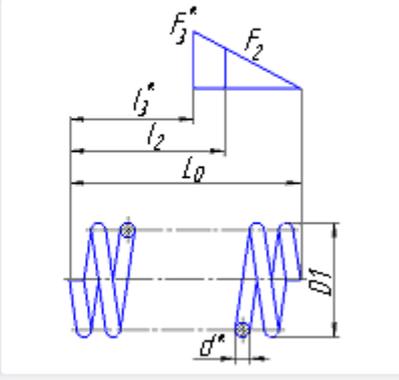
Плоский чертеж

Для построения чертежа пружины в главном меню формы «Проектирование цилиндрической пружины сжатия» выберите «Построение без расчета --> Плоский чертеж».

Построение без расчета - плоский чертеж

Параметры

Диаметр пружины, мм	D1	63
Диаметр проволоки, мм	d	7
Длина пружины в свободном состоянии, мм	L0	126
Число рабочих витков,	n	7,5
Число поджатых и обработанных витков с одной стороны		n2=1; n3=0.75
Модуль сдвига, МПа	G	78500
Максимальное касательное напряжение, МПа	τ_3	551
Масса, кг	m	0,396



Диаграмма

Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	100
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	1000
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	1120
Длина пружины при предварительной деформации, мм	L1	120
Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2	70
Длина пружины при максимальной деформации, мм	L3	63

Материал

OK Отмена

В форме «Построение без расчета - плоский чертеж», необходимо ввести следующие исходные данные:

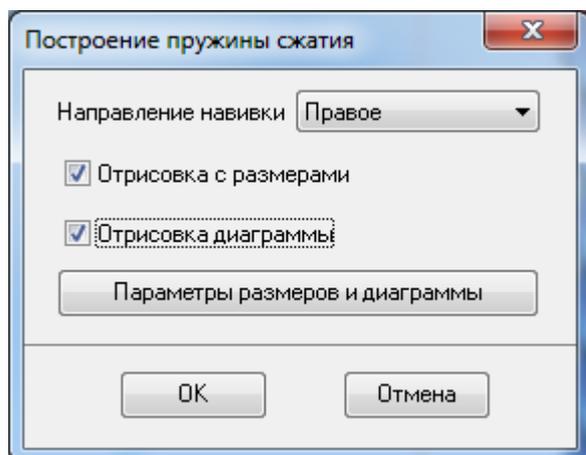
- внешний диаметр пружины $D1$;
- диаметр проволоки d ;
- длину пружины в свободном состоянии $L0$;
- число рабочих витков n ;
- число поджатых и обработанных витков с одной стороны пружины;
- модуль сдвига G ;
- максимальное касательное напряжение;
- массу пружины;
- материал.

Для построения на чертеже диаграммы установите галочку напротив поля «Диаграмма» и введите следующие данные:

- силу пружины при предварительной деформации $F1$;
- силу пружины при рабочей деформации $F2$;
- силу пружины при максимальной деформации $F3$;
- длину пружины при предварительной деформации $L1$;
- длину пружины при рабочей деформации $L2$;

- длину пружины при максимальной деформации L3.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «ОК».



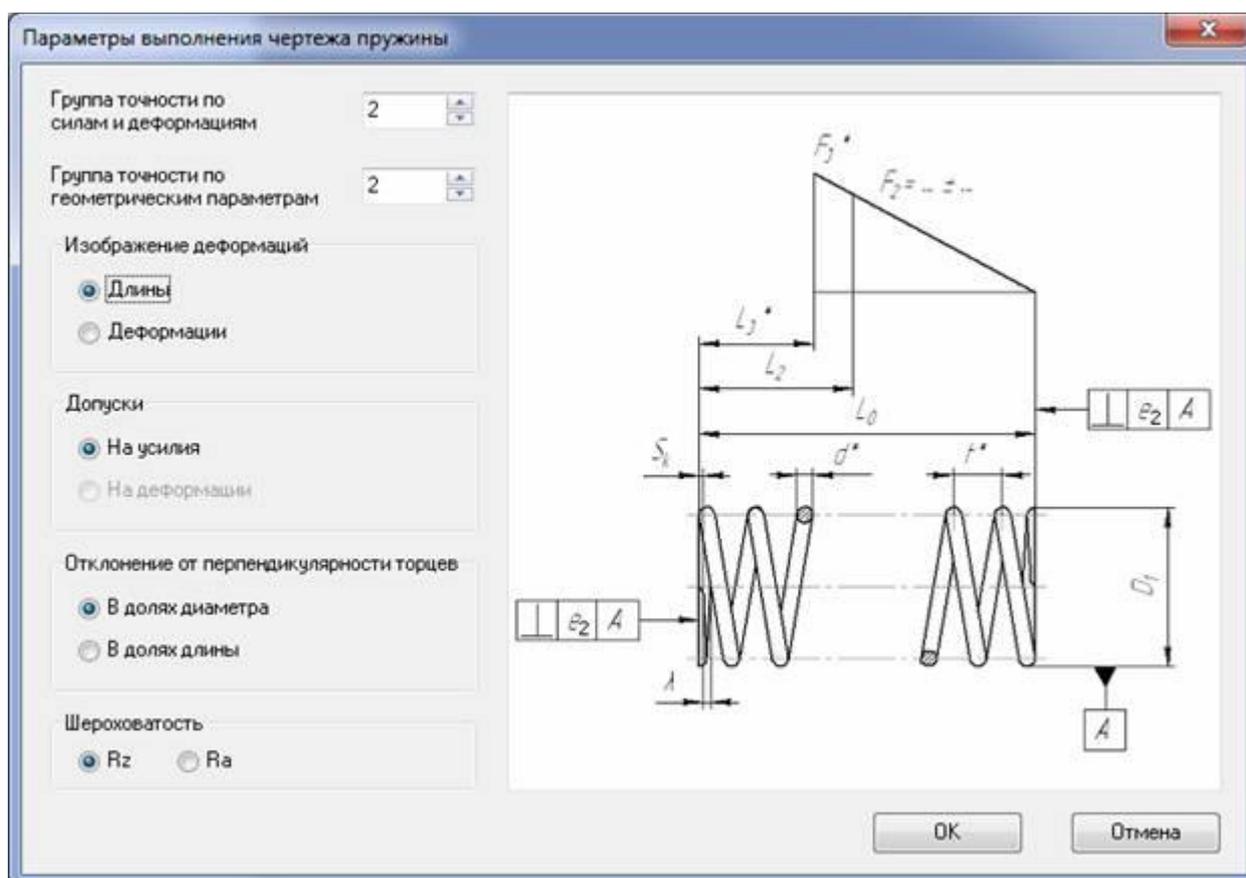
На форме «Построение пружины сжатия» вы можете задать направление навивки пружины, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.



Опция «Отрисовка диаграммы» становится активной, если на форме «Построение без расчета - плоский чертеж» была установлена галочка напротив поля «Диаграмма».

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



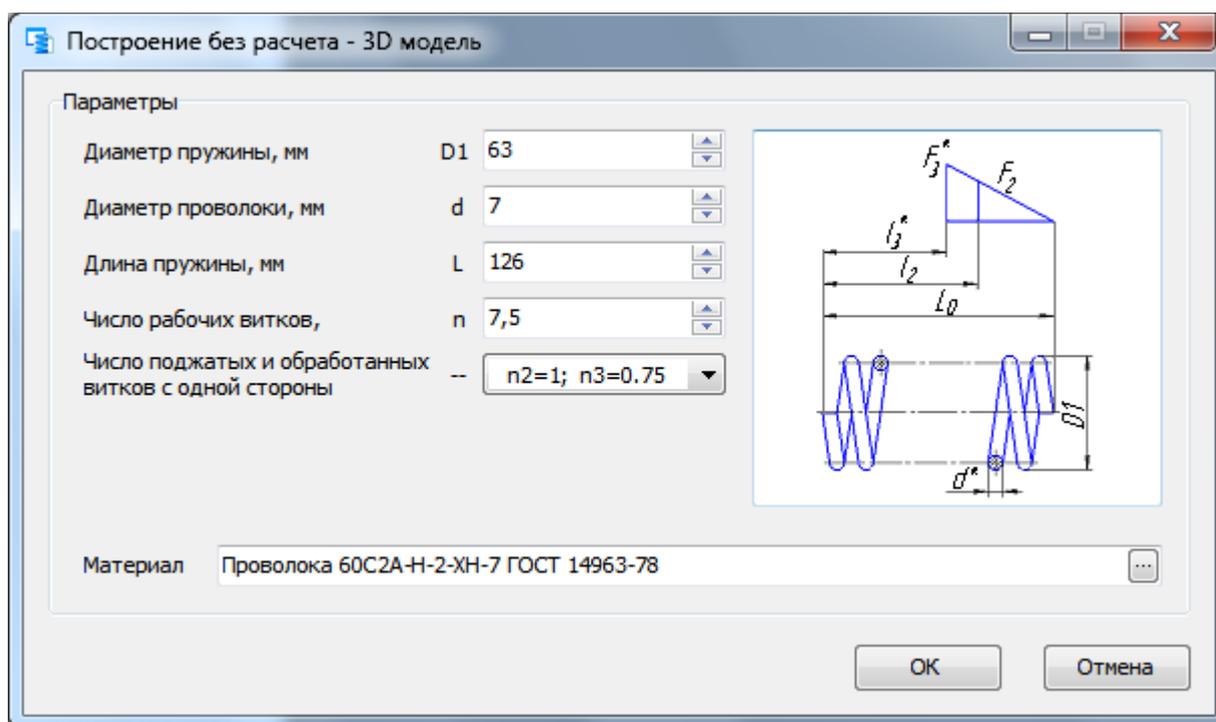
На данной форме вы можете задать группу точности на силы и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать способ изображения деформаций, выбрать вариант назначения допусков, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz.



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

Трёхмерная модель

Для построения 3D модели пружины в главном меню формы «Проектирование цилиндрической пружины сжатия» выберите «Построение без расчета --> Трёхмерная модель».

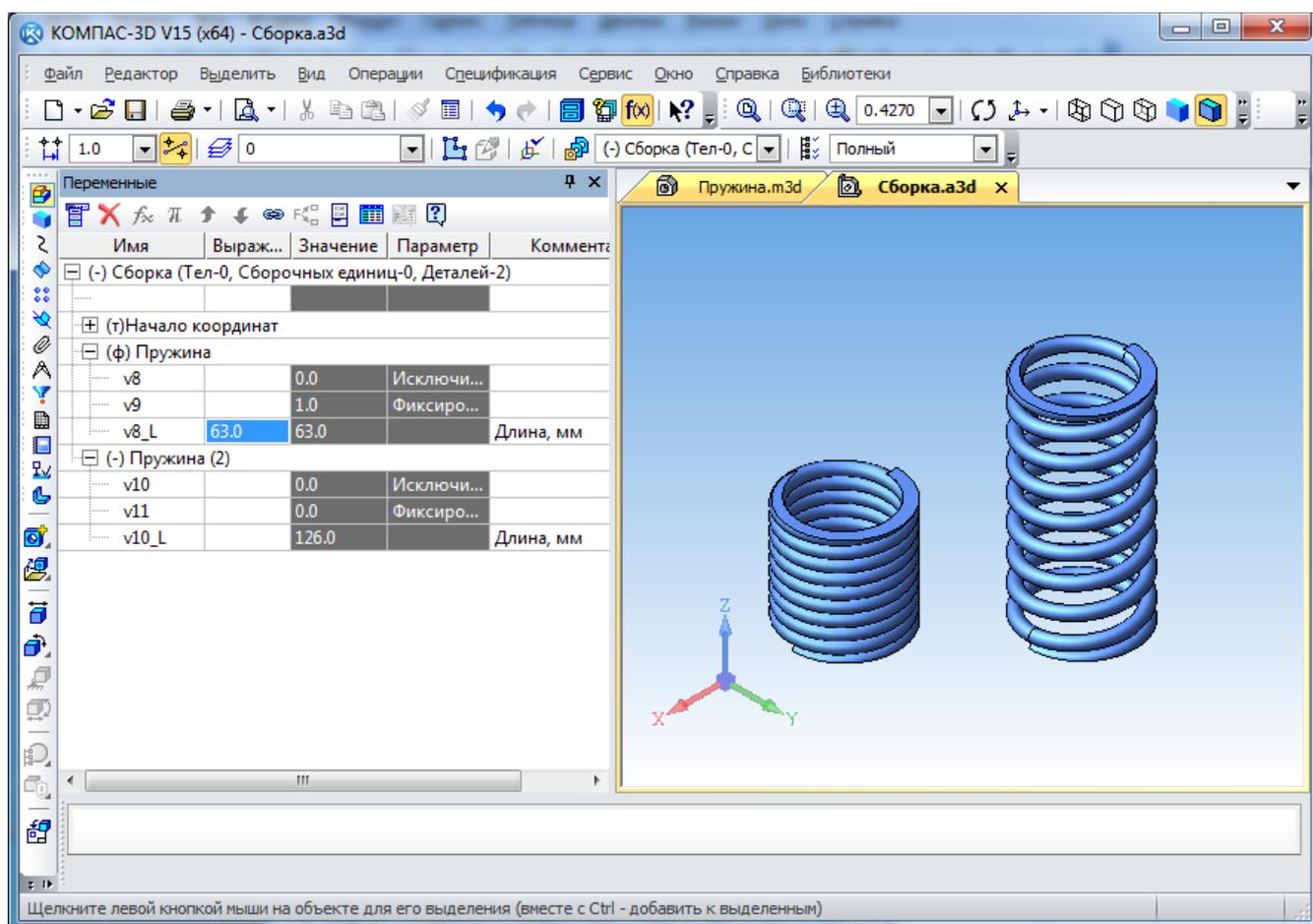


В форме «Построение без расчета - 3D модель», необходимо ввести следующие исходные данные:

- внешний диаметр пружины $D1$;
- диаметр проволоки d ;
- длину пружины L ;
- число рабочих витков n ;
- число поджатых и обработанных витков с одной стороны пружины;
- материал.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «ОК», в результате произойдет построение параметрической 3D модели пружины.

После вставки пружины в сборку вы можете изменять длину пружины, за счет изменения значения внешней переменной L , что позволяет выставить пружину в рабочее состояние или промежуточное.



Справочная информация

Классы пружин

Класс пружин характеризует режим нагружения и выносливости, а также определяет основные требования к материалам и технологии изготовления.

Класс пружин	Вид пружин	Нагружение	Выносливость N_F (установленная безотказная наработка), циклы, не менее	Инерционное соударение витков
I	Сжатия и растяжения	Циклическое	$1 \cdot 10^7$	Отсутствует
II	Сжатия и растяжения	Циклическое и статическое	$1 \cdot 10^5$	Отсутствует
III	Сжатия	Циклическое	$2 \cdot 10^3$	Допускается

Разряды пружин

Разряды пружин отражают сведения о диапазонах сил, марках применяемых пружинных сталей, а также нормативах по допускаемым напряжениям.

Класс пружин	Разряд пружин	Вид пружин	Сила пружины при максимальной деформации F_s , Н	Диаметр проволоки (прутка) d, мм	Материал		Твердость после термообработки, HRC	Максимальное касательное напряжение при кручении τ_s , МПа	Требование к упрочнению	Стандарт на основные параметры витков пружин
					Марка стали	Стандарт на заготовку				
I	1	Одножильные сжатия и растяжения	1,00 – 850	0,2 – 5,0	По ГОСТ 1060 и ГОСТ 1436	Проволока класса I по ГОСТ 9389	-	0,3Rm	Для повышения циклической стойкости рекомендуется упрочнение дробью	ГОСТ 13766
	2		Проволока классов II и III по ГОСТ 9389			ГОСТ 13767				
	3		22,4 – 800	1,2 – 5,0	51ХФА-Ш по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 1071	0,32Rm	ГОСТ 13768		
			140 – 6000	3,0 – 12,0	60С2А; 66С2БА; 70С3А по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 14963	47,5 ... 53,5			
4	2800 - 180000	14 – 70	60С2А; 66С2БА; 70С3А; 60С2; 60С2ХФА; 51ХФА по ГОСТ 14969	Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590	44,0 ... 51,5	480	ГОСТ 13769			
II	1	Одножильные сжатия и растяжения	1,5 – 1400	0,2 – 5,0	По ГОСТ 1060 и ГОСТ 1436	Проволока класса I по ГОСТ 9389	-	0,5Rm	Для повышения циклической стойкости рекомендуется упрочнение дробью	ГОСТ 13770
	2		Проволока классов II и III по ГОСТ 9389			ГОСТ 13771				
	3		37,5 – 1250	1,2 – 5,0	51ХФА – Ш по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 1071	0,52Rm	ГОСТ 13772		
			236 – 10000	3,0 – 12,0	60С2А; 66С2БА по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 14963	47,5 ... 53,5			
4	4500 – 280000	14 – 70	60С2А; 60С2; 66С2БА; 70С3А; 51ХФА; 66Г; 60С2ХФА; 60С2ХА по ГОСТ 14969	Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590	44,0 ... 51,5	800	ГОСТ 13773			
III	1	Трехжильные сжатия	12,5 – 1000	0,3 – 2,8	По ГОСТ 1060 и ГОСТ 1436	Проволока класса I по ГОСТ 9389	-	0,6Rm	-	ГОСТ 13774
	2	Одножильные сжатия	315 – 14000	3,0 – 12,0	60С2А; 66С2БА; 70С3А по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 14963	54,5 ... 58,0	1350	Обязательно упрочнение дробью	ГОСТ 13775
	3		6000 - 20000	14 - 25	60С2А; 66С2БА; 70С3А по ГОСТ 14969	Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590	51,5 ... 56,0	1050		ГОСТ 13776

Группы точности на силы или деформации

ГОСТ 16118 – 70 устанавливает три группы точности пружин по силам или деформациям.

Первая группа – пружины с допускаемыми отклонениями на контролируемые силы или деформации $\pm 5\%$. Назначается для пружин I и II классов, изготавливаемых из проволоки диаметром 1,6 мм и более.

Вторая группа – пружины с допускаемыми отклонениями на контролируемые силы или деформации $\pm 10\%$. Назначается для пружин всех классов, кроме трехжильных.

Третья группа – пружины с допускаемыми отклонениями на контролируемые силы или деформации $\pm 20\%$. Назначается для пружин всех классов, кроме одножильных пружин III класса.

Группы точности на геометрические параметры

Установленным группам точности по силам или деформациям соответствуют три группы точности на геометрические параметры.

Сочетание по одной и той же группе точности предельных отклонений на силы или деформации с предельными отклонениями на геометрические параметры не является обязательным. При этом, если на силы или деформации назначена первая группа точности, то предельные отклонения на геометрические параметры допускается назначать по второй группе точности; если на силы или деформации назначена вторая группа точности, то предельные отклонения на геометрические параметры допускается назначать по третьей группе точности. В технически обоснованных случаях предельные отклонения на геометрические параметры по согласованию с предприятием – изготовителем допускается назначать по более высоким группам точности, чем отвечающие назначенной группе точности по силам или деформациям.

Предельные отклонения наружного диаметра

Предельные отклонения на наружный диаметр назначаются по таблице 2 ГОСТ 16118 – 70.

Индекс пружины $i = \frac{D_0}{d}$	Диаметр проволоки, мм																							
	0,2 – 0,3			0,36 – 0,6			0,7 – 1,4			1,6 – 3,0			3,5 – 6,0			7,0 – 12			14 – 25			28 – 50		
	Группа точности																							
	2	3	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
До 5	0,12	0,24	0,15	0,3	0,18	0,36	0,24	0,48	0,96	0,48	0,95	1,9	0,7	1,4	2,8	1,8	3,6	7,0	2,4	4,8	9,5			
Св. 5 до 6,3	0,15	0,3	0,19	0,38	0,22	0,45	0,3	0,6	1,2	0,6	1,2	2,4	0,9	1,8	3,6	2,2	4,5	9,0	3,0	6,0	12			
Св. 6,3 до 8,0	0,18	0,36	0,24	0,48	0,28	0,55	0,38	0,75	1,5	0,75	1,5	3,0	1,1	2,2	4,4	2,8	5,5	11	3,8	7,5	15			
Св. 8,0 до 10	0,24	0,48	0,30	0,6	0,36	0,7	0,48	0,96	1,9	0,95	1,9	3,8	1,4	2,8	5,5	3,6	7,0	14	4,8	9,5	19			
Св. 10	0,30	0,60	0,36	0,70	0,45	0,90	0,60	1,2	2,4	1,2	2,4	4,8	1,7	3,4	7,0	4,5	9,0	18	6,0	11,5	24			

Предельные отклонения высоты пружины сжатия в свободном состоянии

Предельные отклонения высоты пружины сжатия в свободном состоянии определяются по формуле:

$$\Delta H_0 = n \left(\frac{\Delta H_0}{n} \right)$$

$$\frac{\Delta H_0}{n}$$

Величина предельного отклонения высоты пружины на один рабочий виток $\frac{\Delta H_0}{n}$ выбирается из таблицы 2 ГОСТ 16118 – 70.

Величина отношения $\epsilon_1 = \frac{\Delta H_0}{d}$	Диаметр проволоки, мм																					
	0,2 – 0,3			0,36 – 0,6		0,7 – 1,4		1,6 – 3,0			3,5 – 6,0			7,0 - 12			14 - 25			28 – 50		
	Группа точности																					
	2	3	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
До 0,4	0,032	0,070	0,045	0,09	0,055	0,11	0,08	0,16	0,32	0,16	0,32	0,70	0,24	0,5	1,0	0,5	1,0	2,0	0,8	1,6	3,2	
Св. 0,4 до 0,63	0,036	0,075	0,052	0,10	0,065	0,13	0,09	0,18	0,36	0,18	0,36	0,75	0,28	0,6	1,1	0,6	1,1	2,2	0,9	1,8	3,6	
Св. 0,63 до 1,0	0,045	0,09	0,06	0,12	0,075	0,15	0,11	0,22	0,45	0,22	0,45	0,90	0,32	0,7	1,4	0,7	1,4	2,8	1,1	2,2	4,4	
Св. 1,0 до 1,6	0,055	0,12	0,08	0,16	0,095	0,19	0,13	0,26	0,55	0,26	0,55	1,2	0,40	0,9	1,8	0,9	1,8	3,6	1,3	2,6	5,2	
Св. 1,6 до 2,5	0,075	0,15	0,10	0,21	0,13	0,26	0,18	0,36	0,75	0,36	0,75	1,5	0,55	1,2	2,4	1,2	2,4	4,8	1,8	3,6	7,0	
Св. 2,5 до 4,0	0,10	0,21	0,15	0,30	0,18	0,36	0,25	0,50	1,0	0,50	1,0	2,0	0,75	1,6	3,2	1,6	3,2	6,4	2,5	5,0	10,0	
Св. 4,0	0,15	0,30	0,21	0,42	0,26	0,52	0,36	0,70	1,5	0,70	1,5	3,0	1,1	2,4	4,8	2,4	4,8	9,5	3,6	7,0	14,0	

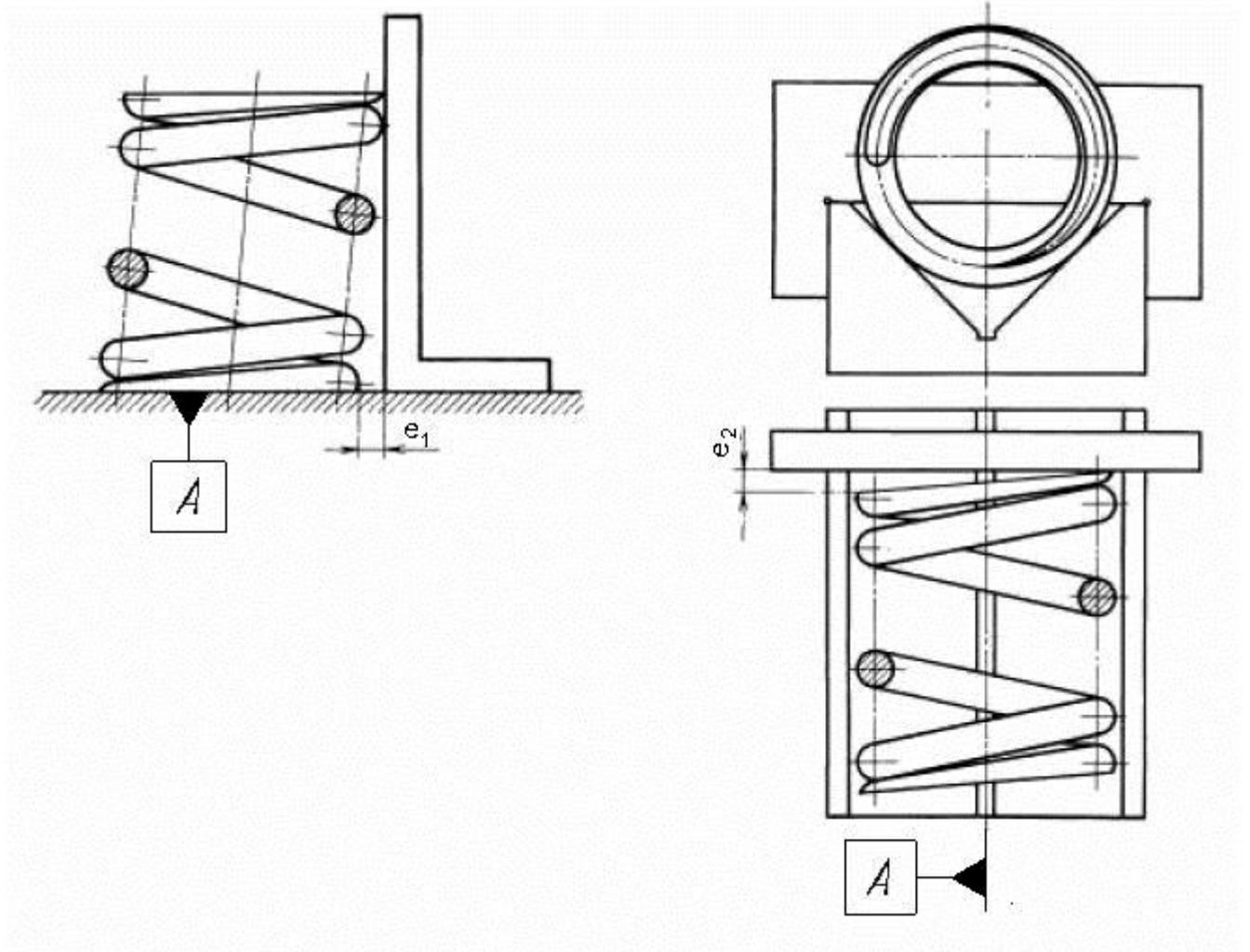
В тех случаях, когда допускаемые отклонения назначены на две и более силы или деформации, высота пружины в свободном состоянии является справочным размером и контролю не подлежит.

Допуск перпендикулярности

Предельное отклонение от перпендикулярности торцовых плоскостей к образующей пружины в долях высоты: $\epsilon_1 \cdot H_0$.

Предельное отклонение от перпендикулярности торцовых плоскостей к образующей пружины в долях диаметра: $\epsilon_2 \cdot D_1$.

Наименование параметра	Предельное отклонение для пружин группы точности		
	первой	второй	третьей
ϵ_1 и ϵ_2	0,02	0,04	0,08



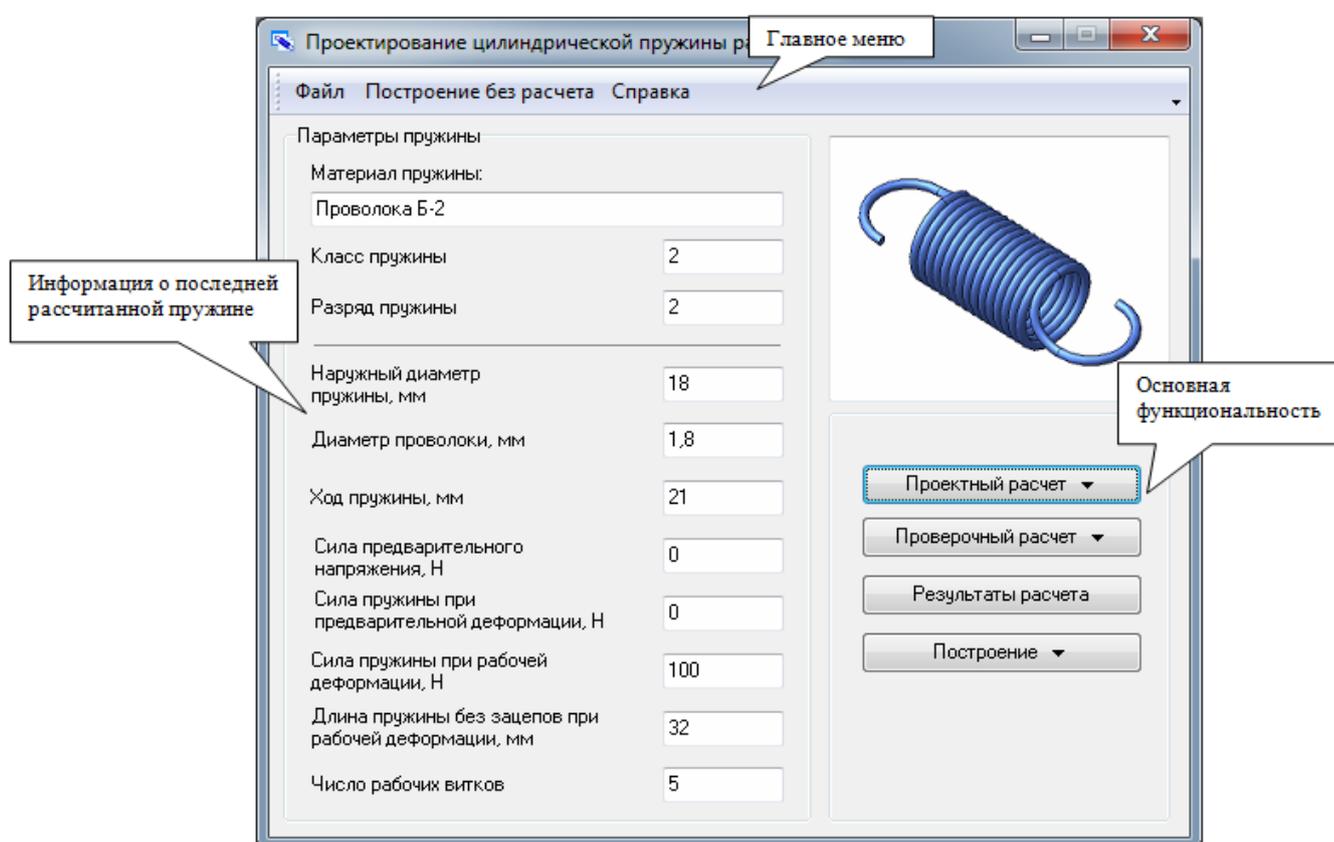
Пружины растяжения



Проектирование пружин растяжения

Модуль «Проектирование цилиндрической пружины растяжения» позволяет провести проектный и проверочный расчет пружин растяжения, а также осуществить построение спроектированной пружины.

Запуск модуля осуществляется выбором в менеджере библиотек пункта «Механика: Пружины → Пружины растяжения».



Функционально окно «Проектирование цилиндрической пружины растяжения» разбито на три части.

В верхней части окна располагается главное меню.

В левой стороне отображается информация о последней рассчитанной пружине.

В правой стороне окна расположены кнопки, с помощью которых возможно провести проектный и проверочный расчет, просмотреть результаты расчета, осуществить 2D и 3D построение спроектированной пружины.

Проектный расчет пружин растяжения

Целью проектного расчета является определение геометрических параметров пружины, соответствующих заданным нагрузкам и условиям работы.

Задача проектного расчета имеет множество решений, из которых необходимо выбрать оптимальное по одному или нескольким критериям.

Проектный расчет по методике ГОСТ 13765 – 86

Исходные данные

Для запуска формы проектного расчета (методика ГОСТ 13765 - 86) выберите на главной форме "Проектный расчет --> По методике ГОСТ 13765 - 86".

Проектный расчет пружины растяжения - методика ГОСТ 13765-86

Класс пружины: 2

Разряд пружины: 2

Материал пружины: Проволока Б-2

Сила пружины при предварительной деформации, Н: F1 = 0

Сила пружины при рабочей деформации, Н: F2 = 100

Рабочий ход пружины, мм: h = 25

Рассчитать Отмена

В форме проектного расчета необходимо ввести следующие исходные данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- силу пружины при предварительной деформации F1;
- силу пружины при рабочей деформации F2;
- рабочий ход пружины.

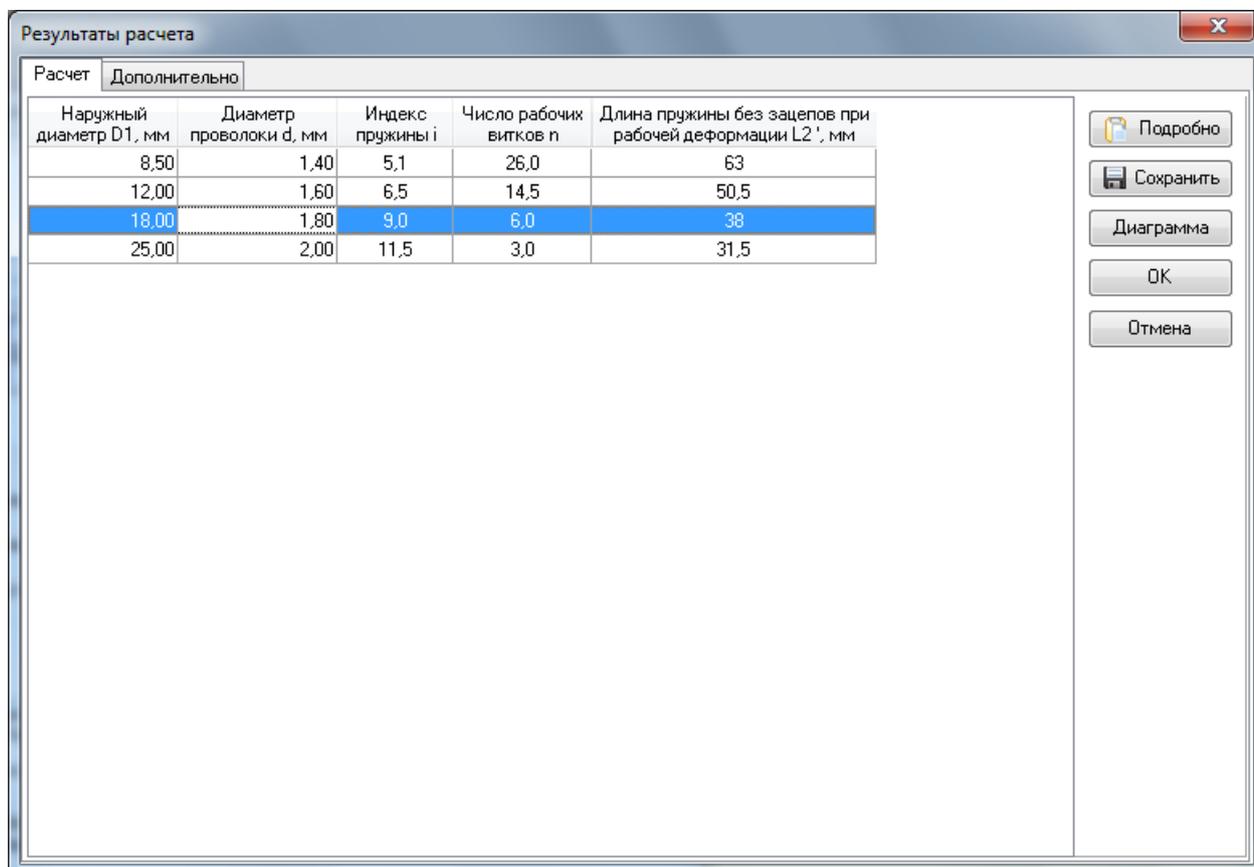
После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».

На форме располагаются две вкладки: «Расчет» и «Дополнительно».

На вкладке «Расчет» выводятся рассчитанные варианты пружин.



Наружный диаметр D1, мм	Диаметр проволоки d, мм	Индекс пружины i	Число рабочих витков n	Длина пружины без зацепов при рабочей деформации L2', мм
8,50	1,40	5,1	26,0	63
12,00	1,60	6,5	14,5	50,5
18,00	1,80	9,0	6,0	38
25,00	2,00	11,5	3,0	31,5

На вкладке «Дополнительно» вы можете задать силу предварительного напряжения F0 в диапазоне (0,1 - 0,25) F3.

Для того, чтобы задать значение силы предварительного напряжения F0 щелкните мышкой на поле «Значение». Установите галочку напротив «Использовать F0» и введите значение силы F0 внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

Расчет Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Число рабочих витков	n	26	
Длина развёрнутой пружины (без зацепов), мм	L'	591	
Длина пружины без зацепов в свободном состоянии, мм	L0'	38	
Длина пружины без зацепов при рабочей деформации, мм	L2'	63	
Длина пружины без зацепов при максимальной деформации, мм	L3'	64,5	
Рабочая деформация пружины, мм	S2	25	
Максимальная деформация пружины, мм	S3	26,5	
Сила предварительного напряжения, Н	F0	0	
Сила пружины при предварительн			
Сила пружины при рабочей дефс			
Сила пружины при максимальнс			
Относительный инерционный за			
Рабочий ход пружины, мм			
Максимально касательное напряжение, МПа	τ_{a3}	912	
Допускаемое касательное напряжение, МПа	τ_{a1}	1042	
Масса пружины без зацепов, кг	m	0,007	
Жесткость пружины, Н/мм	c	4,051	
Объем, занимаемый пружиной без зацепов, мм ³	V	2155,2	

Сохранить

Отменить

11,1 27,8 11,1

Использовать F0

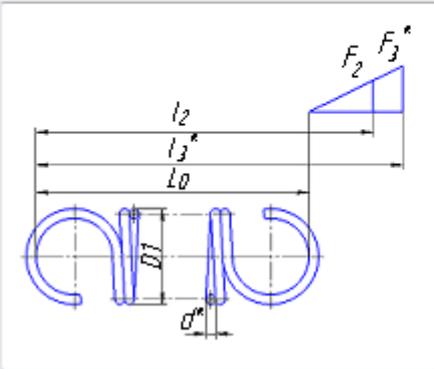
Применить Отменить

Универсальный расчет

Исходные данные

Для запуска формы проектного расчета (универсальная методика) выберите на главной форме "Проектный расчет --> Универсальный".

Проектный расчет пружины растяжения - универсальный



Класс пружины: 2

Разряд пружины: 2

Материал пружины: Проволока Б-2

Диаметр пружины, мм D1: 20

Сила пружины при предварительной деформации, Н F1: 0

Сила пружины при рабочей деформации, Н F2: 100

Рабочий ход пружины, мм h: 25

Рассчитать Отмена

В форме проектного расчета необходимо ввести следующие исходные данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- внешний диаметр пружины;
- силу пружины при предварительной деформации F_1 ;
- силу пружины при рабочей деформации F_2 ;
- рабочий ход пружины.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».

Результаты расчета

Расчет | Дополнительно

Наружный диаметр D1, мм	Диаметр проволоки d, мм	Индекс пружины i	Число рабочих витков n	Длина пружины без зацепов при рабочей деформации L2', мм
20	1,8	10,11	4,5	36,5
20	1,9	9,53	5,5	38,5
20	2	9	6,5	39,5
20	2,1	8,52	8,5	46
20	2,2	8,09	10	49,5
20	2,3	7,7	12,5	57
20	2,5	7	18	73
20	2,8	6,14	30	112,5
20	3	5,67	40	148
20	3,2	5,25	54	201
20	3,5	4,71	82	316,5
20	3,6	4,56	93	364
20	4	4	153	641

На форме «Результаты расчета» представлены варианты расчета пружин.

Выделив интересующий вариант расчета, вы можете просмотреть подробную информацию о предлагаемом варианте, нажав кнопку «Подробнее».

Для сохранения результатов расчета предназначена кнопка «Сохранить». Загрузить данные ранее рассчитанной пружины можно с помощью пункта главного меню формы «Проектирование цилиндрической пружины растяжения».

После выбора наиболее подходящего варианта пружины необходимо нажать кнопку «OK».

На вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

Расчет Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Число рабочих витков	n	1	
Длина развёрнутой пружины (без зацепов), мм	L'	119	
Длина пружины без зацепов в свободном состоянии, мм	L0'	10	
Длина пружины без зацепов при рабочей деформации, мм	L2'	18,5	
Длина пружины без зацепов при максимальной деформации, мм	L3'	19	
Рабочая деформация пружины, мм	S2	8,5	
Максимальная деформация пружины, мм	S3	9	
Сила предварительного напряжения, Н	F0	0	
Сила пружины при предварительн			
Сила пружины при рабочей дефс			
Сила пружины при максимальнс			
Относительный инерционный за			
Рабочий ход пружины, мм			
Максимально касательное напряжение, МПа	τ_{au3}	960	
Допускаемое касательное напряжение, МПа	τ_{au}	960	
Масса пружины без зацепов, кг	m	0,018	
Жесткость пружины, Н/мм	c	121,075	
Объем, занимаемый пружиной без зацепов, мм ³	V	13847,4	

Сохранить

Отменить

106 265 200

Использовать F0 Применить Отменить

После того, как скорректируете параметры нажмите кнопку «Сохранить».

Сортировка результатов расчета

Вы можете отсортировать полученные данные по одному или нескольким полям.

Для того, чтобы отсортировать данные по одному полю, необходимо щелкнуть мышкой на заголовке сортируемого поля. Для сортировки по нескольким полям данных, необходимо, удерживая клавишу Shift, щелкнуть мышкой заголовки тех полей данных, по которым будет осуществляться сортировка.

Фильтр

Для задания фильтра необходимо щелкнуть на значке, появляющемся в правом верхнем углу заголовка поля данных, и в открывшемся списке проставить галочки напротив тех значений, которые должны входить в фильтр.

Результаты расчета

Расчет | Дополнительно

Наружный диаметр D1, мм	Диаметр (Все) (Выбор...)	Индекс пружины i	Число рабочих витков n	Длина пружины без зацепов при рабочей деформации L2', мм
20,00	<input type="checkbox"/> 1,80	9,0	6,5	39,5
20,00	<input type="checkbox"/> 1,90	7,0	18,0	73
20,00	<input checked="" type="checkbox"/> 2,00	5,7	40,0	148
20,00	<input type="checkbox"/> 2,10	4,7	82,0	316,5
	<input type="checkbox"/> 2,20			
	<input type="checkbox"/> 2,30			
	<input checked="" type="checkbox"/> 2,50			
	<input type="checkbox"/> 2,80			
	<input checked="" type="checkbox"/> 3,00			
	<input type="checkbox"/> 3,20			
	<input checked="" type="checkbox"/> 3,50			
	<input type="checkbox"/> 3,60			
	<input type="checkbox"/> 4,00			

((Диаметр проволоки d, мм = 2,00) или (Диаметр проволоки d, мм = 2,50) или (Диаметр проволоки d, мм = 3,00) или [

Подробная информация о варианте расчета

Для просмотра более детальной информации о предлагаемом варианте расчета, выделите вариант расчета и нажмите кнопку «Подробнее».

Предварительный просмотр

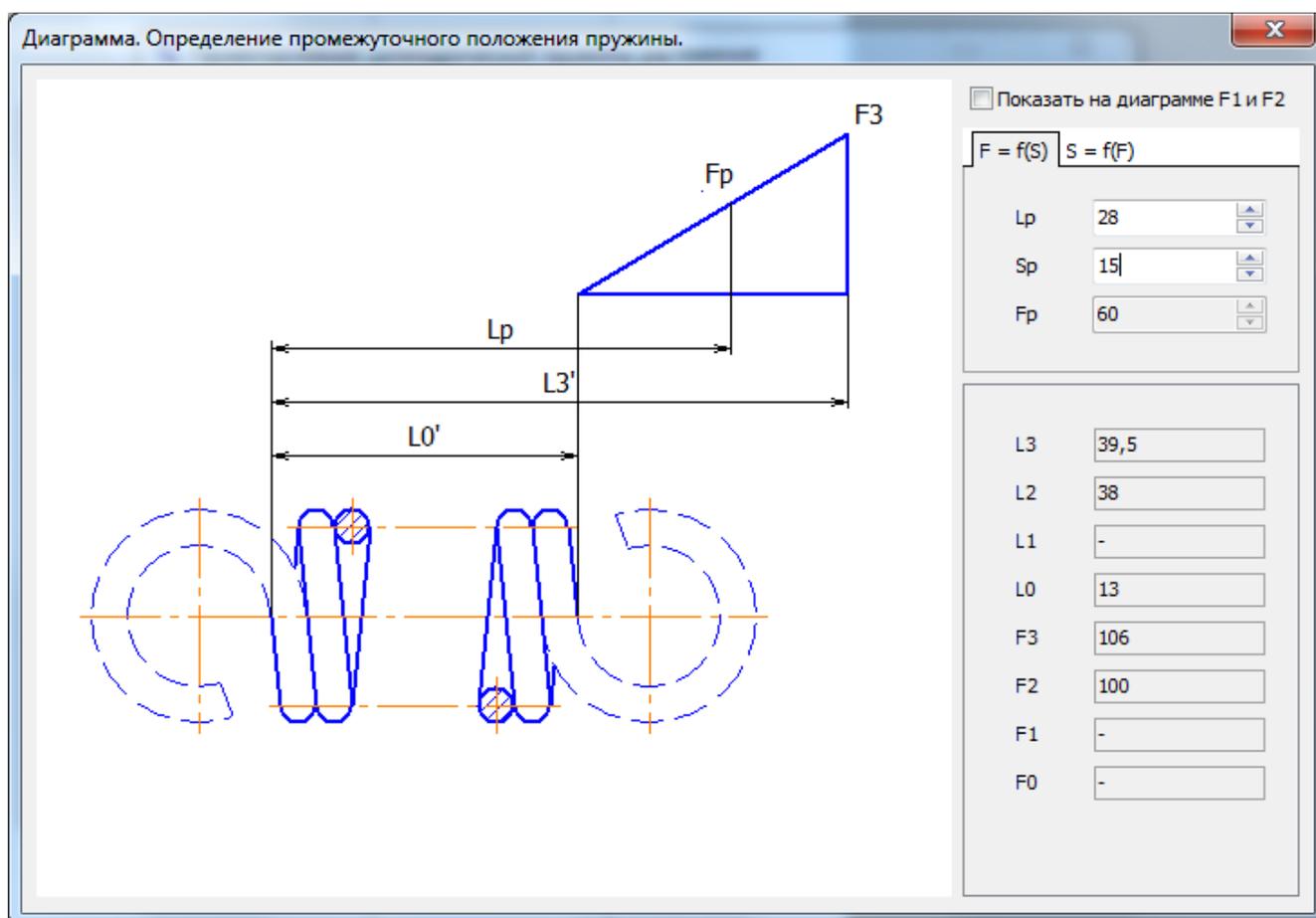
100% | 1 | Закрывать

Проектный расчет цилиндрической пружины растяжения		
Наименование параметра	Значение (свойство)	
Материал Проволока Б-2-1,8 ГОСТ 9389-75		
Класс	---	2
Разряд	---	2
Относительный инерционный зазор	δ	0,05
Наружный диаметр пружины, мм	D1	20
Диаметр проволоки, мм	d	1,8
Число рабочих витков	n	4,5
Сила предварительного натяжения, Н	F0	-
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	-
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	100
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	105
Рабочий ход пружины, мм	H	24,5
Длина пружины без зацепов в свободном состоянии, мм	L0'	10
Длина пружины без зацепов при предварительной деформации, мм	L1'	-
Длина пружины без зацепов при рабочей деформации, мм	L2'	36,5
Длина пружины без зацепов при максимальной деформации, мм	L3'	38
Максимальное касательное напряжение, МПа	τ_3	954
Допускаемое касательное напряжение, МПа	[τ]	957,5
Модуль сдвига материала, МПа	G	78500
Плотность материала, кг/м ³	ρ	8000
Масса пружины (без зацепов), кг	m	0,005
Длина развернутой пружины (без зацепов), мм	L	263
Жесткость пружины, Н/мм	c	3,797
Объем, занимаемый пружиной (без учета зацепов пружины), мм ³	V	3140

Страница 1 из 1

Определение промежуточного положения пружины

Для определения промежуточного положения пружины нажмите на кнопку "Диаграмма" на форме "Результаты расчета".

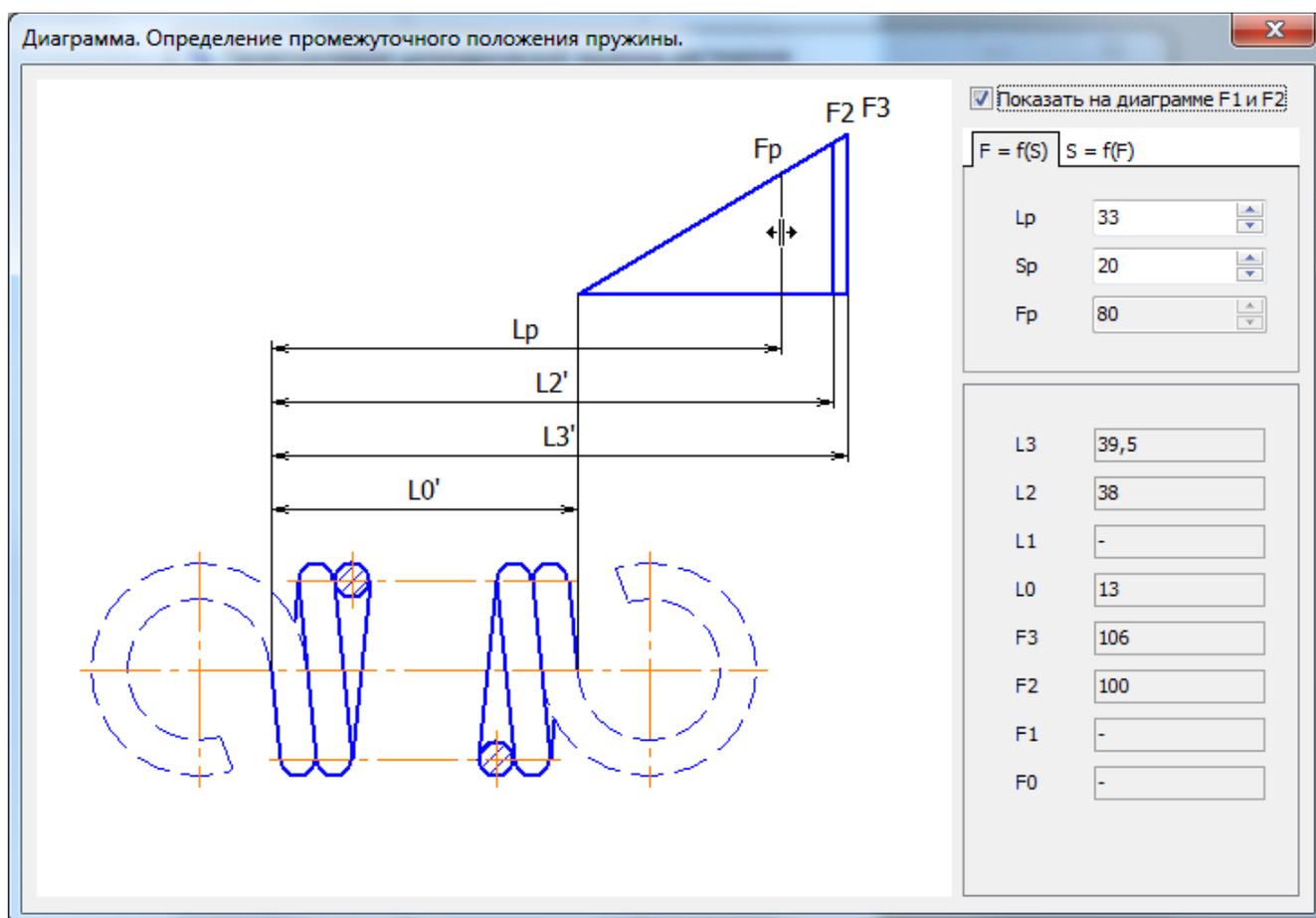


В том случае, когда требуется определить силу, которую необходимо приложить к пружине, чтобы получить заданную деформацию или длину, выберите вкладку $F=f(S)$. После ввода значения L_p (длина пружины) или S_p (деформация) будет рассчитано значение силы F_p . Для определения деформации под действием заданной нагрузки необходимо выбрать вкладку $S=f(F)$. После ввода значения силы (F_p) будут рассчитаны значения L_p (длина пружины) и S_p (деформация).

Для того, чтобы отобразить на диаграмме значение сил F_1 (сила при предварительной деформации) и F_2 (сила при рабочей деформации) выберите опцию "Показать на диаграмме F_1 и F_2 ".

Параметры, необходимые для определения промежуточного состояния пружины, могут быть заданы путем ввода значений в соответствующие поля на вкладках $F=f(S)$ или $S=f(F)$, а также графически.

При графическом способе определения параметров, наведите указатель мыши на линию, отображающую значение F_p на диаграмме, в результате произойдет изменение курсора как показано на рисунке. Удерживая левую кнопку мыши перетащите линию определяющую F_p до нужного положения.



Сохранение результатов расчета

Для сохранения результатов расчета необходимо нажать на кнопку «Сохранить» на форме «Результаты расчета». Сохраненные данные можно будет в дальнейшем загрузить через команду главного меню «Загрузить сохраненный расчет» формы «Проектирование цилиндрической пружины растяжения».

Проверочный расчет пружин растяжения

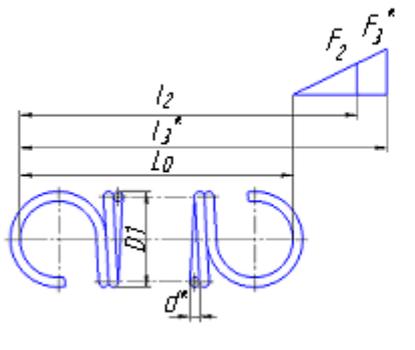
Целью проверочного расчета является проверка возможности использования пружины при определенных нагрузках.

Проверочный расчет по силовым характеристикам

Исходные данные

Для проведения проверочного расчета по силовым характеристикам нажмите на главной форме кнопку «Проверочный расчет» --> «По силовым характеристикам».

Проверочный расчет пружины растяжения по силовым характеристика...



Класс пружины	2
Разряд пружины	2
Материал пружины	Проволока Б-2
Диаметр пружины, мм	D1 25

Диаметр проволоки, мм	d	2
Индекс пружины $i = D/d \quad i \geq 4$	i	11,50
Число рабочих витков пружины $1 < n \leq 20$ кратно 0,5; $n > 20$ кратно 1	n	8,5
Сила предварительного напряжения, Н $F_0 = (0,1 - 0,25) F_3$; [10,6; 26,5]	F0	0
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	0
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	100
Сила пружины при максимальной деформации, Н $F_3 = F_2 / (1 - \delta)$; [105; 111]	F3	106
Относительный инерционный зазор $\delta = [0,05; 0,10]$	δ	0,057

Рассчитать Отмена

В форме проверочного расчета необходимо ввести следующие данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- наружный диаметр пружины;
- диаметр проволоки;
- число рабочих витков пружины;
- силу предварительного напряжения;
- силу пружины при предварительной деформации;
- силу пружины при рабочей деформации;
- силу пружины при максимальной деформации.

Сила пружины при максимальной деформации рассчитывается по следующей формуле:

$$F_3 = \frac{F_2}{1 - \delta}$$

Из формулы видно, что сила пружины при максимальной деформации F_3 зависит от силы пружины при рабочей деформации F_2 и относительного инерционного зазора. Относительный инерционный зазор задан интервалом значений, соответственно, значение силы при максимальной деформации может варьироваться внутри интервала значений.

Интервал значений внутри которого должно находиться значение силы F3 указан в квадратных скобках, после формулы, по которой вычисляется F3.

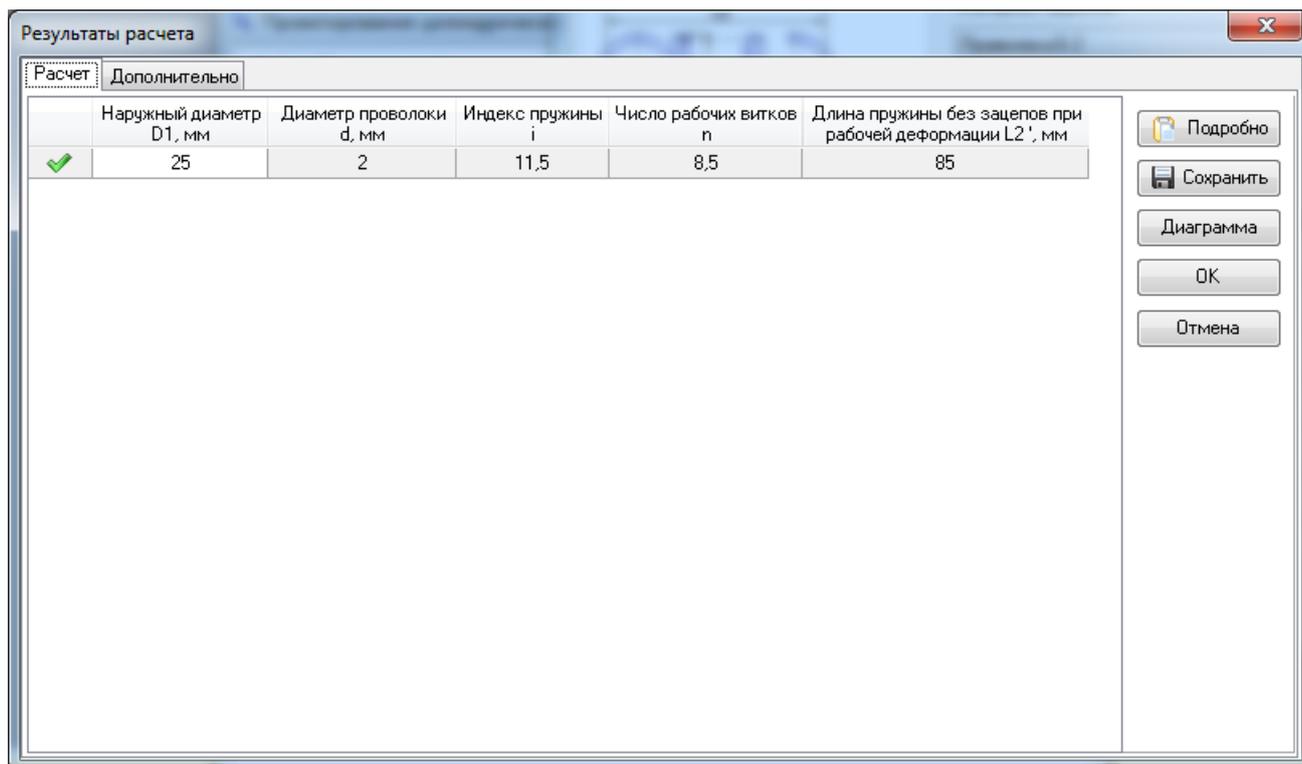
Интервал значений относительного инерционного зазора для пружин растяжения:

$$\delta = 0,05 \text{ до } 0,1$$

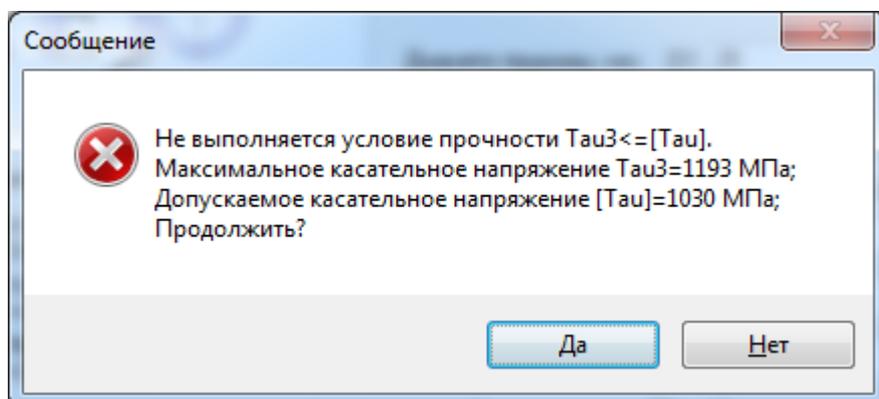
После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».



В том случае, если пружина не удовлетворяет условию прочности, будет выдано сообщение, сигнализирующее о том, что условие прочности не выполнено.



Если пружина проходит по прочности, на вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите новое значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

Расчет | Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Число рабочих витков	n	8,5	
Длина развёрнутой пружины без зацепов, мм	L'	626	
Длина пружины без зацепов в свободном состоянии, мм	L0'	19	
 Длина пружины без зацепов при рабочей деформации, мм	L2'	72	-15
Длина пружины без зацепов при максимальной деформации, мм	L3'	76	
 Рабочая деформация пружины, мм	S2	53	-20
Максимальная деформация пружины, мм	S3	57	-19
 Сила предварительного напряжения, Н	F0	20	
Сила пружины при предварительн...			
Сила пружины при рабочей дефс...			
Сила пружины при максимальнс...			
Относительный инерционный за...			
Рабочий ход пружины, мм			
Максимальное касательное напряжение, МПа	τ_{a3}	873	
Допускаемое касательное напряжение, МПа	τ_{au}	945	
Масса пружины без зацепов, кг	m	0,015	
Жесткость пружины, Н/мм	c	1,518	
Объем, занимаемый пружиной без зацепов, мм ³	V	9321,9	

Сохранить

Отменить

10.6 26.5 20

Использовать F0

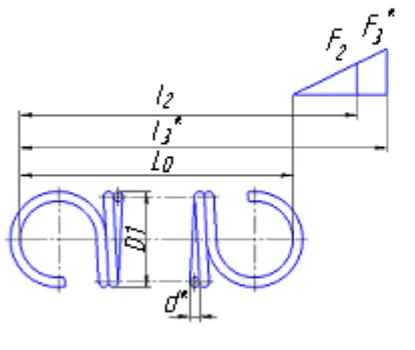
Применить Отменить

Проверочный расчет по геометрическим параметрам

Исходные данные

Для проведения проверочного расчета по геометрическим параметрам нажмите на главной форме кнопку «Проверочный расчет» --> «По геометрическим параметрам».

Проверочный расчет пружины растяжения по геометрическим параметрам



Класс пружины: 2

Разряд пружины: 2

Материал пружины: Проволока Б-2

Диаметр пружины, мм D1: 30

Диаметр проволоки, мм d: 3

Индекс пружины $i = D/d$ $i \geq 4$: 9,00

Число рабочих витков пружины n: 10

Длина пружины без зацепов в свободном состоянии, мм L0': 33

Длина пружины без зацепов при предварительной деформации, мм L1': 0

Длина пружины без зацепов при рабочей деформации, мм L2' = [89; 92]: 90

Длина пружины без зацепов при максимальной деформации, мм L3': 95

Рассчитать Отмена

В форме проверочного расчета необходимо ввести следующие данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- наружный диаметр пружины;
- диаметр проволоки;
- число рабочих витков пружины;
- длину пружины без зацепов в свободном состоянии;
- длину пружины без зацепов при предварительной деформации;
- длину пружины без зацепов при рабочей деформации;
- длину пружины без зацепов при максимальной деформации.

После ввода значений параметров d , $D1$, n , $L3$ рассчитывается значение силы $F3$, и предлагается выбрать значение $L2 = [L2 \min; L2 \max]$, при котором будет такая сила $F2$, что относительный инерционный зазор будет соответствовать выбранному классу пружины.

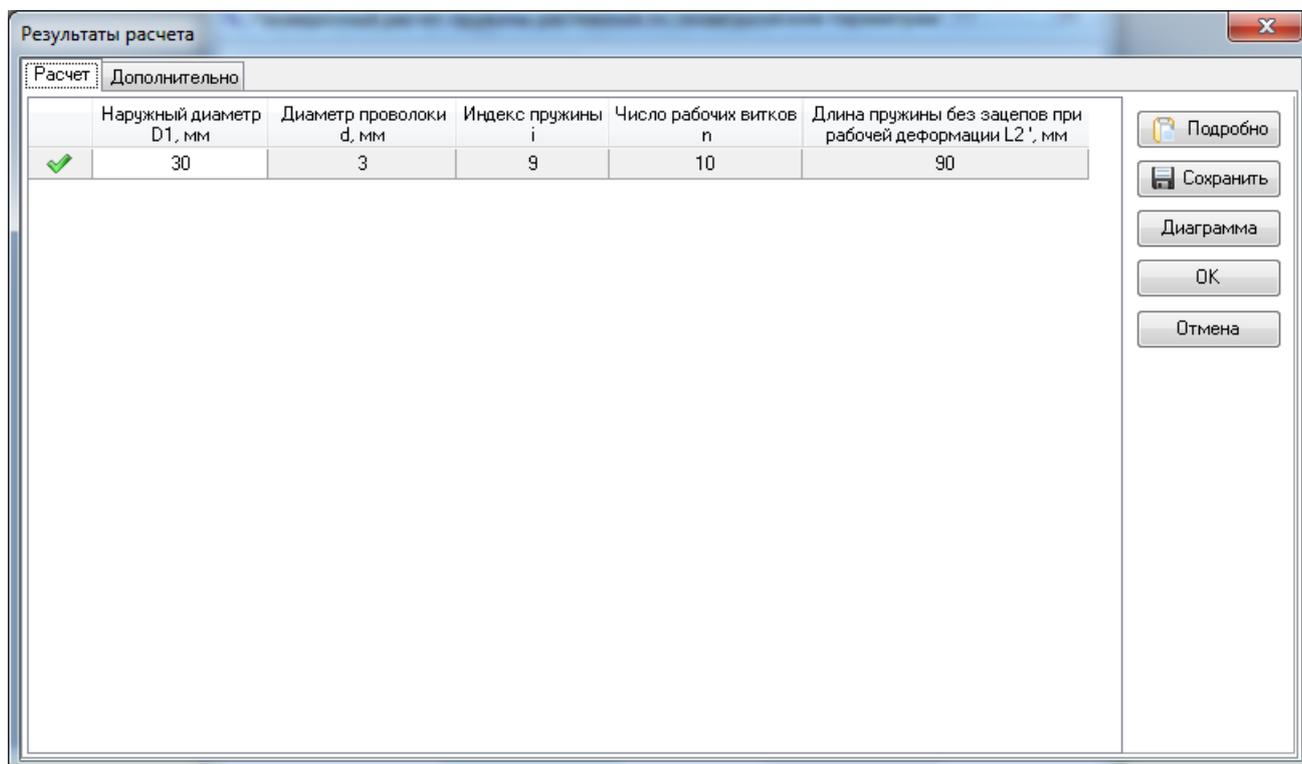
Интервал значений относительного инерционного зазора пружин растяжения:

$$\delta = 0,05 \text{ до } 0,1$$

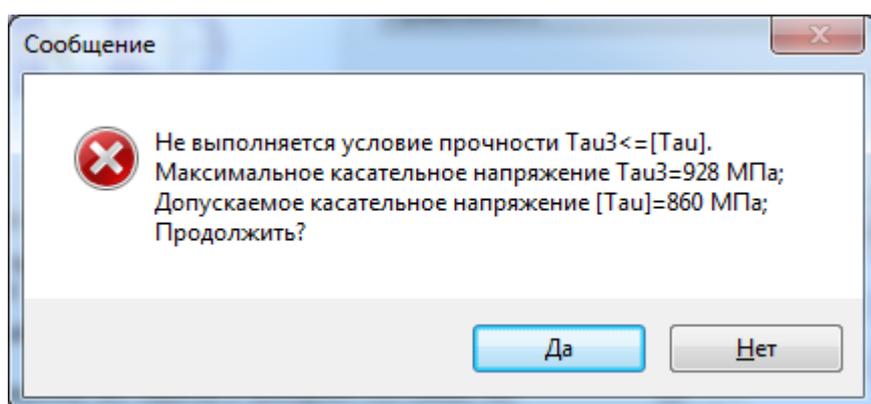
После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».



В том случае, если пружина не удовлетворяет условию прочности, будет выдано сообщение, сигнализирующее о том, что условие прочности не выполнено.



Если пружина проходит по прочности, на вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите новое значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

Расчет | Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Число рабочих витков	n	10	
Длина развёрнутой пружины без зацепов, мм	L'	864	
Длина пружины без зацепов в свободном состоянии, мм	L0'	33	
Длина пружины без зацепов при рабочей деформации, мм	L2'	90	
Длина пружины без зацепов при максимальной деформации, мм	L3'	95	
Рабочая деформация пружины, мм	S2	57	
Максимальная деформация пружины, мм	S3	62	
✎ Сила предварительного напряжения, Н	F0	0	
✎ Сила пружины при предварительн...			
✎ Сила пружины при рабочей дефс...			
✎ Сила пружины при максимальнс...			
✎ Относительный инерционный за...			
Рабочий ход пружины, мм			
✎ Максимальное касательное напряжение, МПа	τ_{au3}	740	
Допускаемое касательное напряжение, МПа	τ_{au}	870	
Масса пружины без зацепов, кг	m	0,047	
Жесткость пружины, Н/мм	c	4,038	
Объем, занимаемый пружиной без зацепов, мм ³	V	23314,5	

Сохранить

Отменить

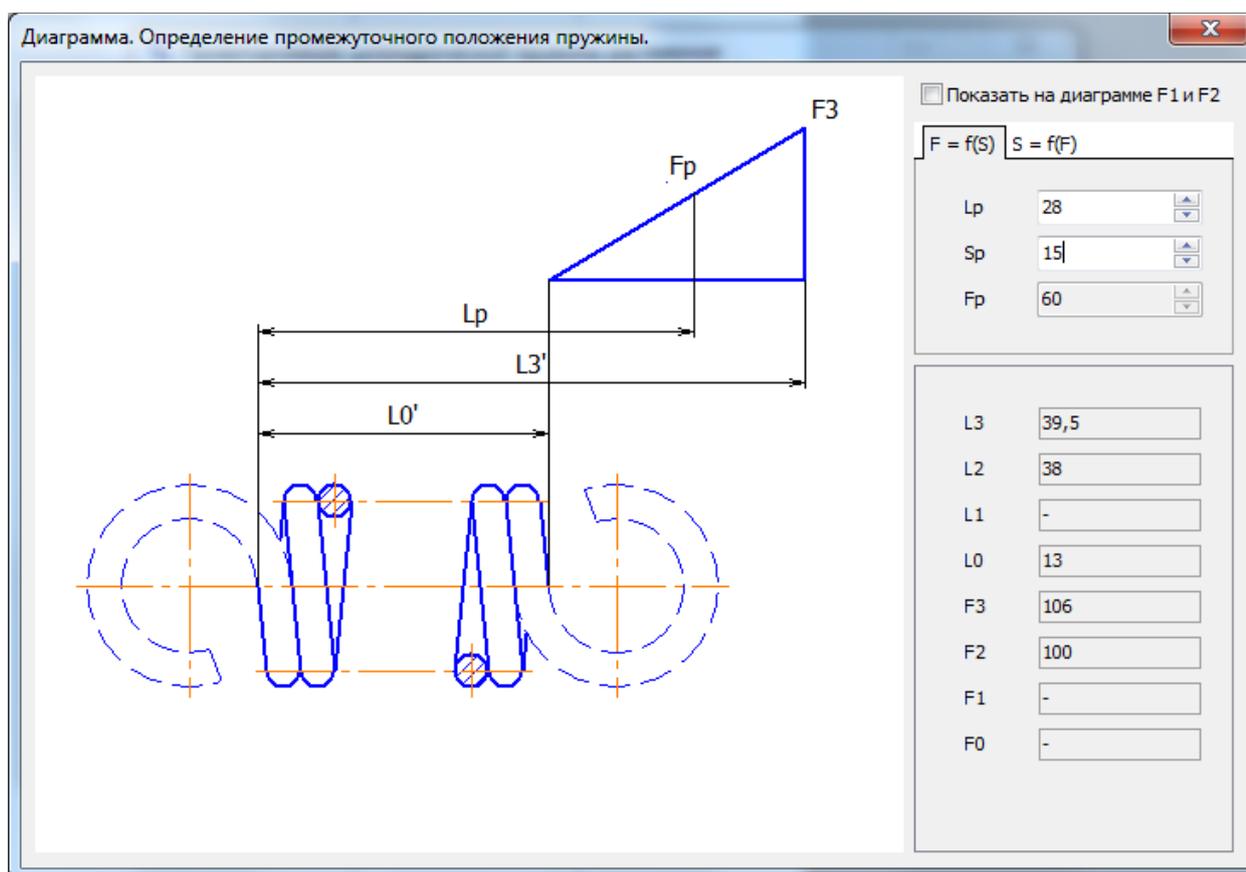
28 44 30

Использовать F0

Применить Отменить

Определение промежуточного положения пружины

Для определения промежуточного положения пружины нажмите на кнопку "Диаграмма" на форме "Результаты расчета".

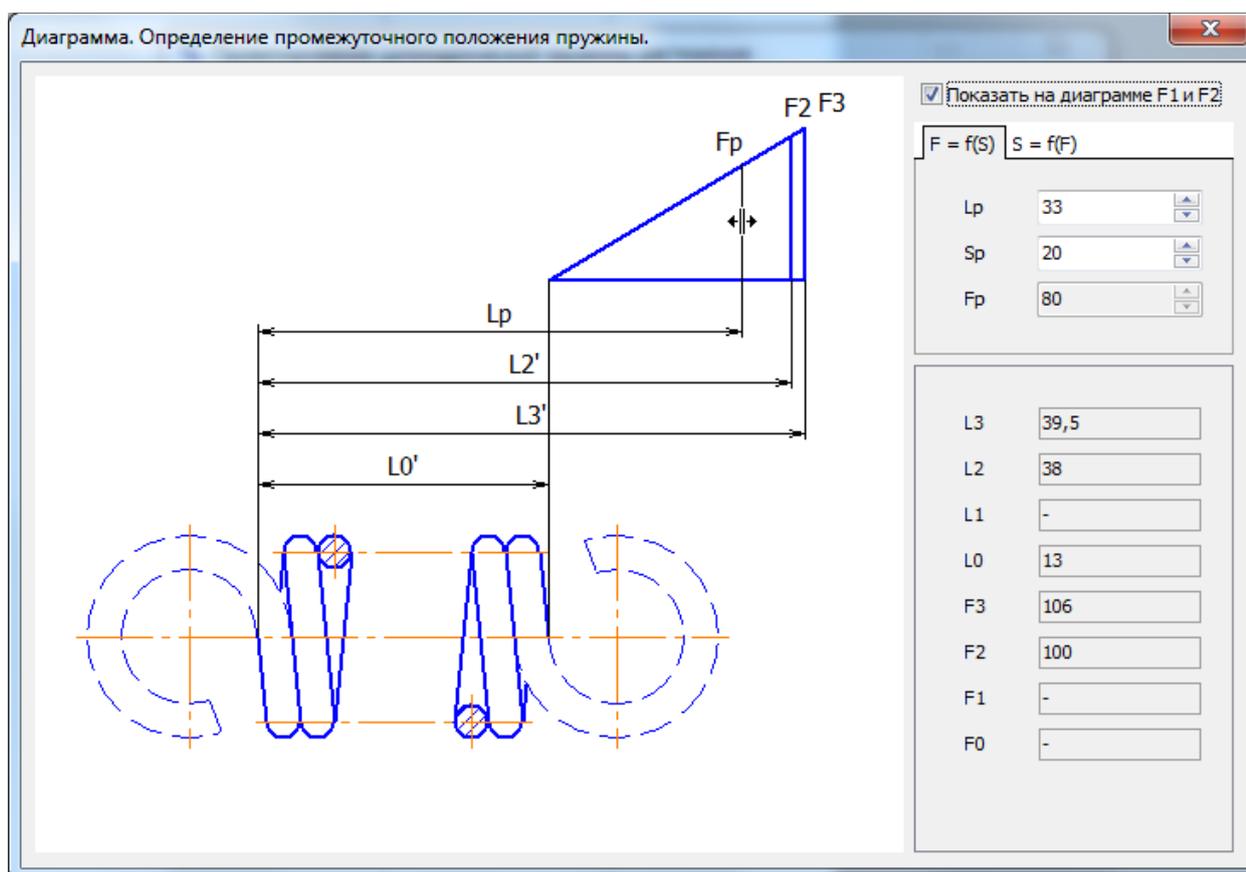


В том случае, когда требуется определить силу, которую необходимо приложить к пружине, чтобы получить заданную деформацию или длину, выберите вкладку $F=f(S)$. После ввода значения L_p (длина пружины) или S_p (деформация) будет рассчитано значение силы F_p . Для определения деформации под действием заданной нагрузки необходимо выбрать вкладку $S=f(F)$. После ввода значения силы (F_p) будут рассчитаны значения L_p (длина пружины) и S_p (деформация).

Для того, чтобы отобразить на диаграмме значение сил F_1 (сила при предварительной деформации) и F_2 (сила при рабочей деформации) выберите опцию "Показать на диаграмме F_1 и F_2 ".

Параметры, необходимые для определения промежуточного состояния пружины, могут быть заданы путем ввода значений в соответствующие поля на вкладках $F=f(S)$ или $S=f(F)$, а также графически.

При графическом способе определения параметров, наведите указатель мыши на линию, отображающую значение F_p на диаграмме, в результате произойдет изменение курсора как показано на рисунке. Удерживая левую кнопку мыши перетащите линию определяющую F_p до нужного положения.

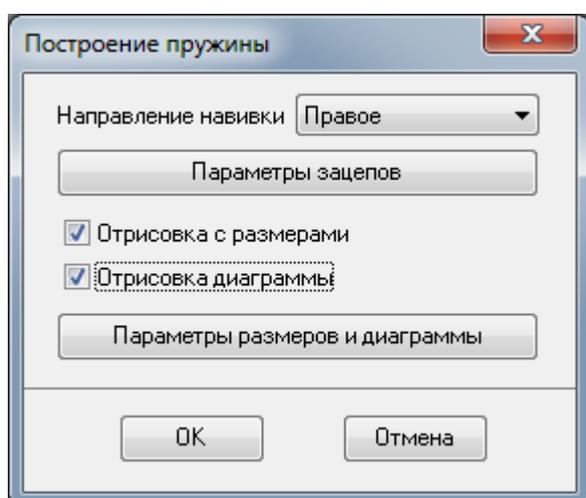
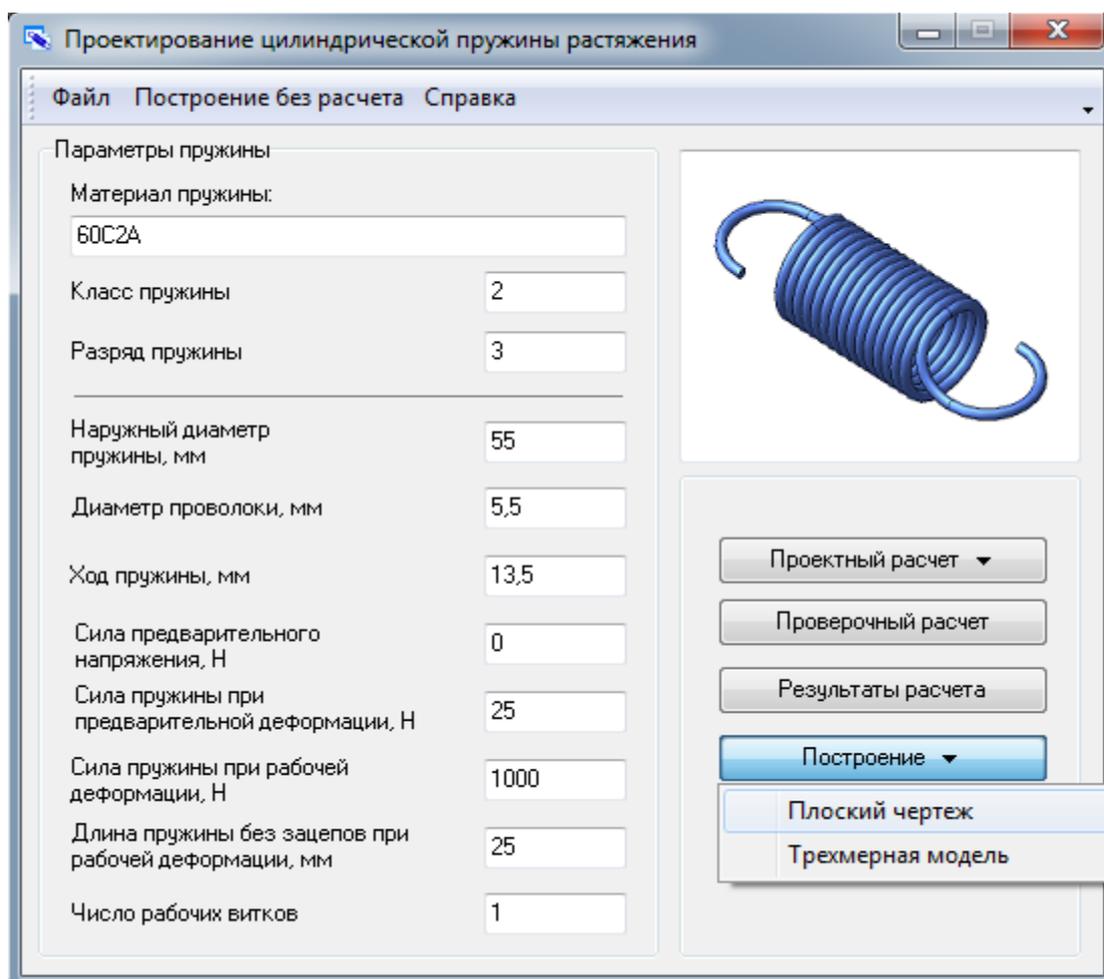


Построение пружины растяжения

По расчетным данным

Плоский чертеж

Для построения чертежа пружины щелкните на кнопку «Построение». В открывшемся меню выберите «Плоский чертеж», после чего откроется форма «Построение пружины».



На форме «Построение пружины» вы можете задать направление навивки пружины, параметры зацепов, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.

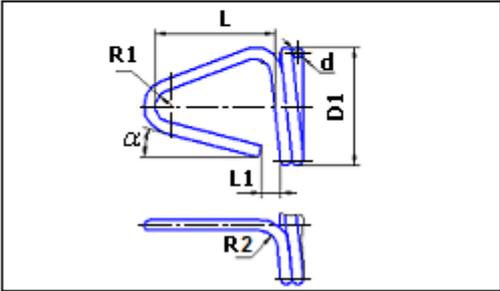
Параметры зацепов

На форме «Параметры зацепов» вы можете выбрать тип зацепов с левой и правой стороны пружины и задать размеры зацепов.

Параметры зацепов

Одинаковые зацепы с двух сторон

Левый зацеп



Диаметр пружины D1, мм: 20

Диаметр проволоки d, мм: 1,9

Длина зацепа L, мм: 25

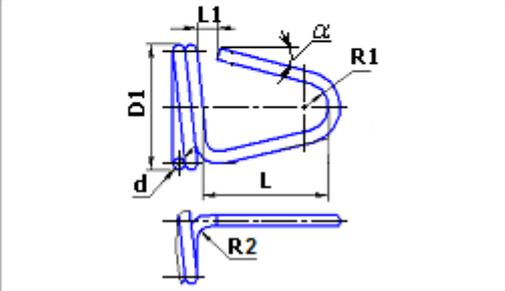
Радиус R1, мм: 4

Размер L1, мм: 7

Радиус R2, мм: 1,9

Угол α : 11

Правый зацеп



Диаметр пружины D1, мм: 20

Диаметр проволоки d, мм: 1,9

Длина зацепа L, мм: 25

Радиус R1, мм: 4

Размер L1, мм: 7

Радиус R2, мм: 1,9

Угол α : 11

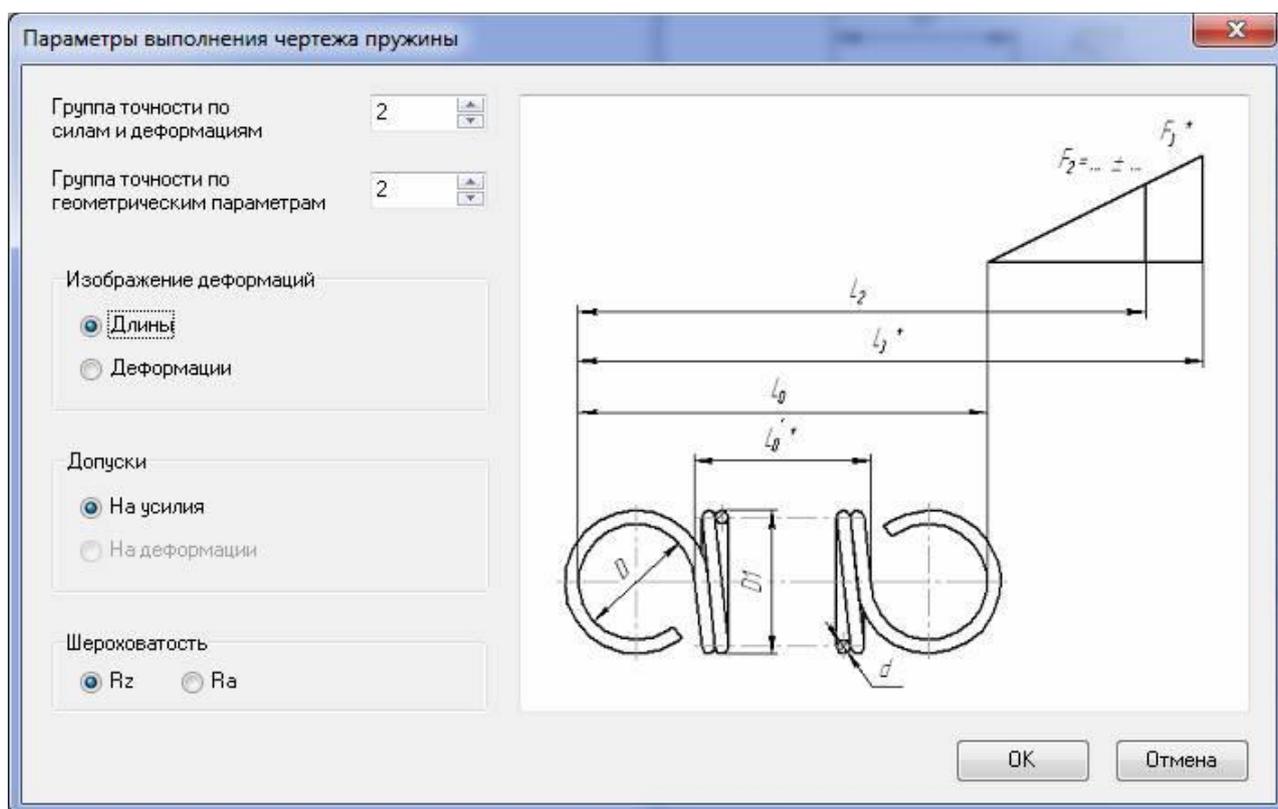
OK Отмена

Если включена опция «Одинаковые зацепы с двух сторон», то размеры задаются только для левого зацепа.

При выключенной опции «Одинаковые зацепы с двух сторон» вы можете выбрать различный тип зацепов справа и слева или установить различные параметры зацепов.

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



На данной форме вы можете задать группу точности на силы и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать способ изображения деформаций, выбрать вариант назначения допусков, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz.



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

Трехмерная модель

Для построения трехмерной модели пружины щелкните на кнопку «Построение» и выберите в открывшемся меню «Трехмерная модель», после чего откроется окно "Параметры зацепов".

Проектирование цилиндрической пружины растяжения

Файл Построение без расчета Справка

Параметры пружины

Материал пружины:	60С2А
Класс пружины	2
Разряд пружины	3
<hr/>	
Наружный диаметр пружины, мм	55
Диаметр проволоки, мм	5,5
Ход пружины, мм	13,5
Сила предварительного напряжения, Н	0
Сила пружины при предварительной деформации, Н	25
Сила пружины при рабочей деформации, Н	1000
Длина пружины без зацепов при рабочей деформации, мм	25
Число рабочих витков	1



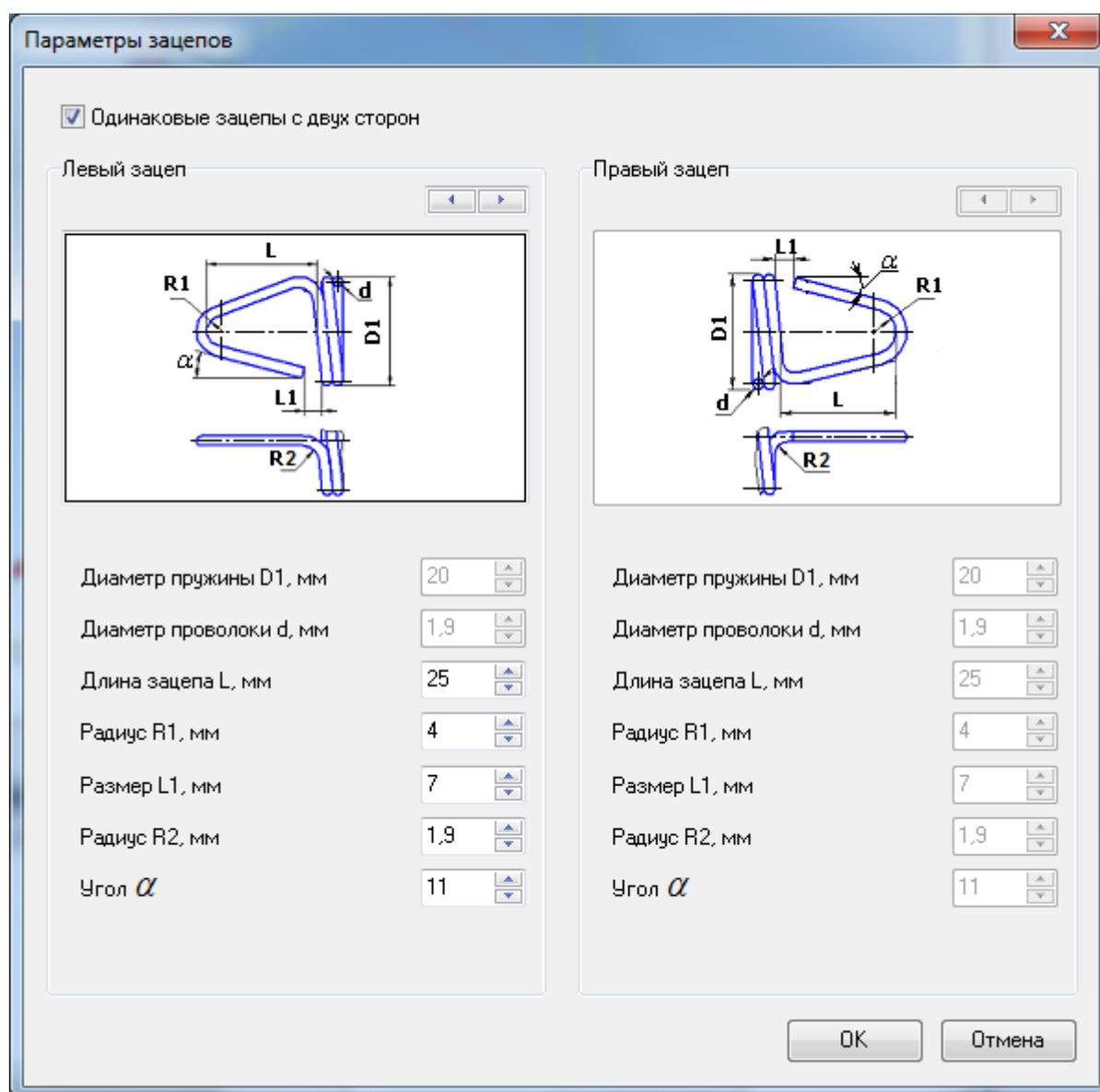
Проектный расчет ▾

Проверочный расчет

Результаты расчета

Построение ▾

- Плоский чертеж
- Трехмерная модель



В окне «Параметры зацепов» необходимо выбрать тип зацепов с левой и правой стороны пружины и задать размеры зацепов.

После нажатия кнопки «ОК» на форме «Параметры зацепов» произойдет построение параметрической модели.

Использование параметрической модели предоставляет возможность визуально подобрать конструктивные параметры пружины.

Управление параметрами уже построенной модели осуществляется в окне «Переменные».

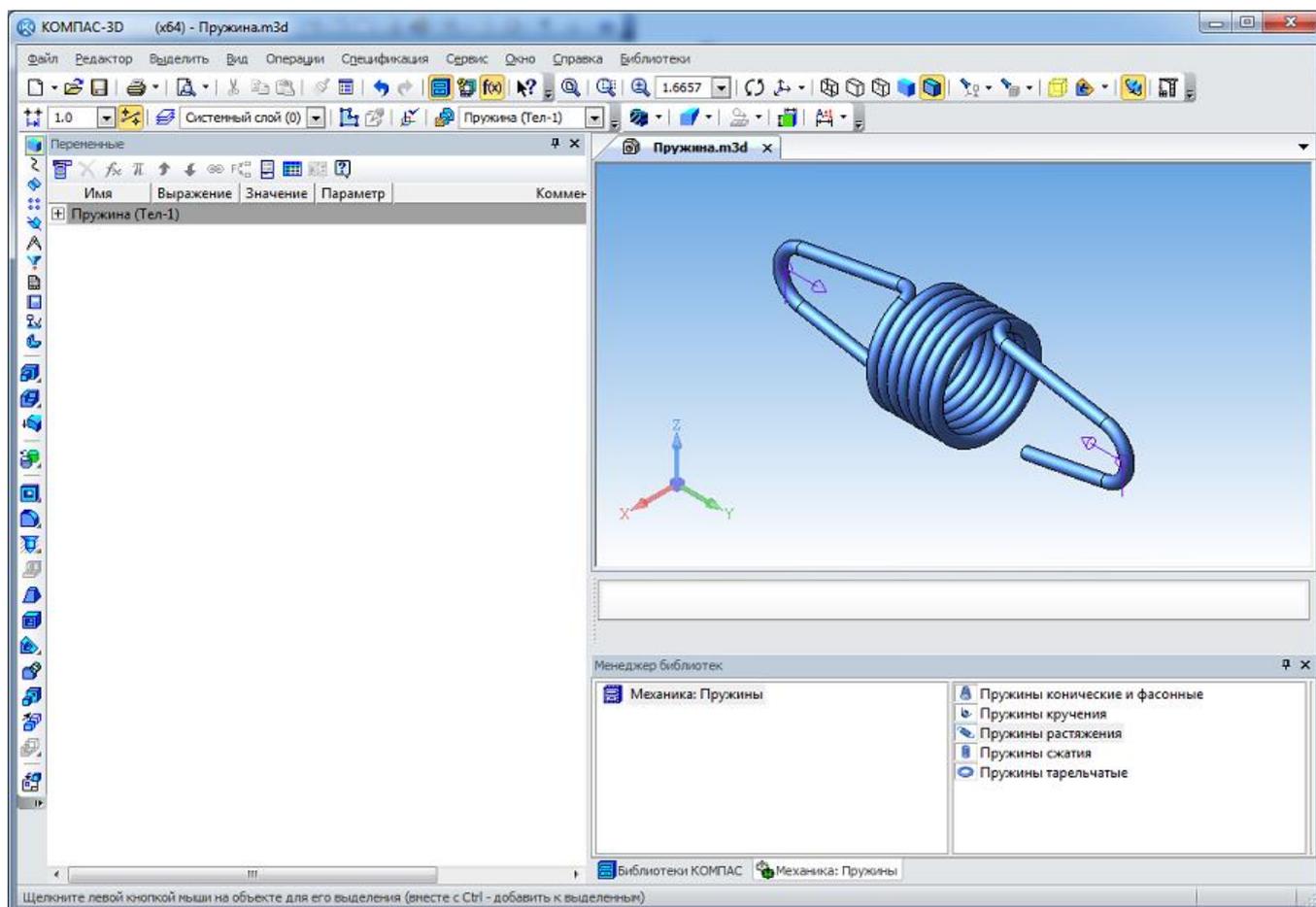
Вы можете управлять следующими параметрами:

- L - длина, мм;
- Direction - направление навивки (1 - правое; 0 - левое);
- D1 - наружный диаметр пружины, мм;
- d - диаметр проволоки, мм;

.....

- параметры, зависящие от типа выбранного зацепа;

.....



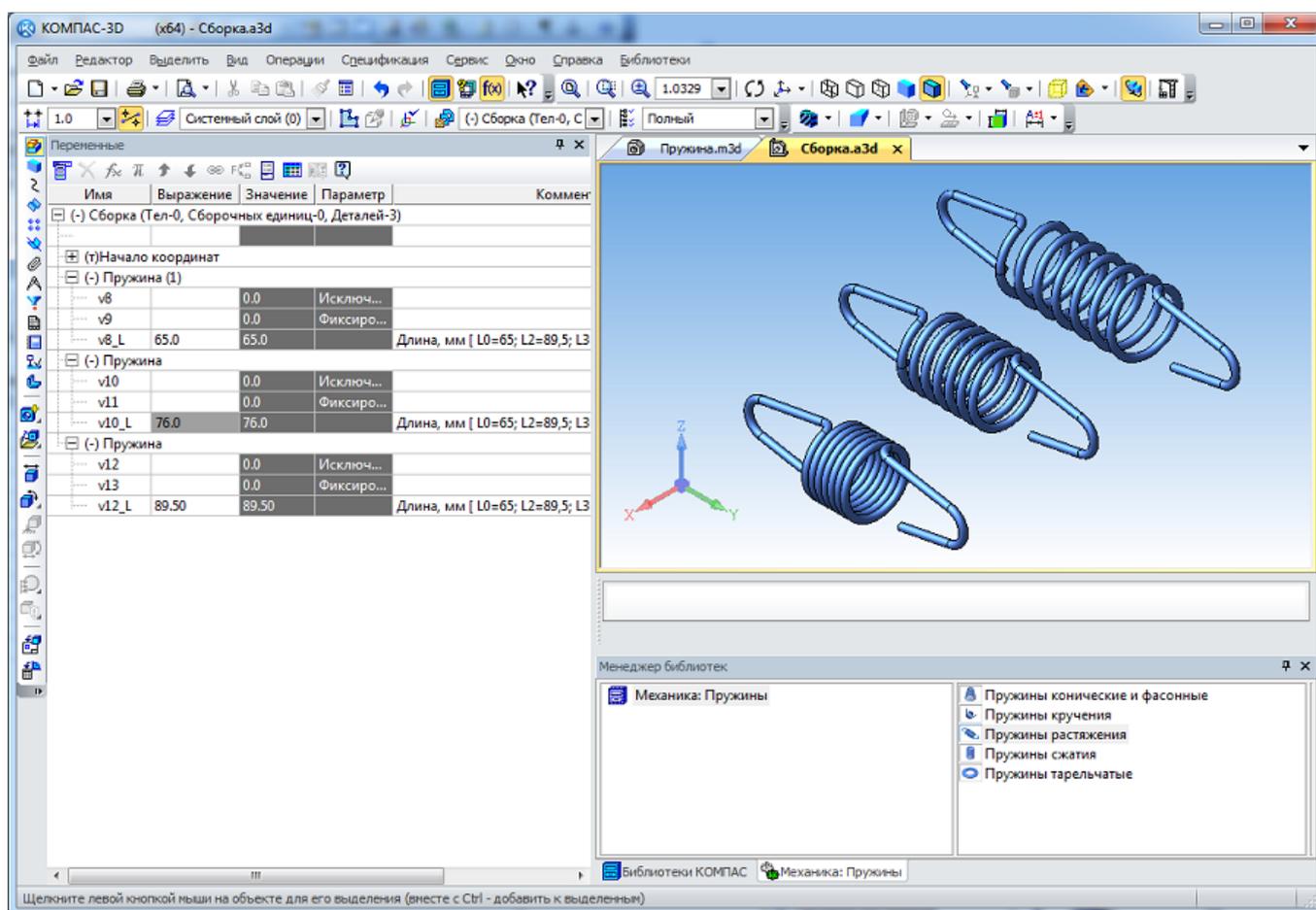
После вставки пружины в сборку вы можете изменять длину пружины, за счет изменения значения внешней переменной L , что позволяет выставить пружину в рабочее состояние или промежуточное.

В поле «Комментарий» окна управления переменными в квадратных скобках указаны значения:

- L_0 – длина пружины в свободном состоянии;
- L_1 – длина пружины при предварительной деформации;
- L_2 – длина пружины при рабочей деформации;
- L_3 – длина пружины при максимальной деформации.

Если сила, при предварительной деформации F_1 равна нулю, то значение L_1 в поле «Комментарий» не выводится.

Использование переменных в 3D модели позволяет одну и ту же модель пружины по-разному деформировать в сборке.



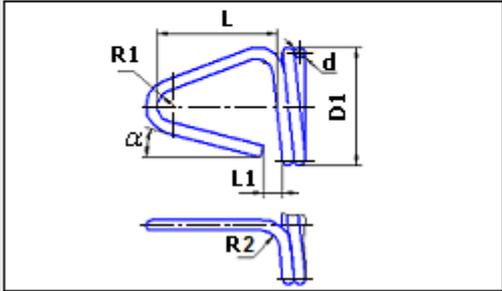
Параметры зацепов

На форме «Параметры зацепов» вы можете выбрать тип зацепов с левой и правой стороны пружины и задать размеры зацепов.

Параметры зацепов

Одинаковые зацепы с двух сторон

Левый зацеп



Диаметр пружины D1, мм: 20

Диаметр проволоки d, мм: 1,9

Длина зацепа L, мм: 25

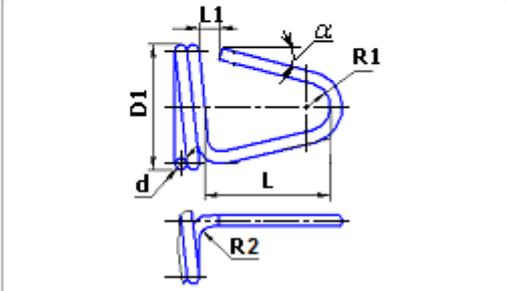
Радиус R1, мм: 4

Размер L1, мм: 7

Радиус R2, мм: 1,9

Угол α : 11

Правый зацеп



Диаметр пружины D1, мм: 20

Диаметр проволоки d, мм: 1,9

Длина зацепа L, мм: 25

Радиус R1, мм: 4

Размер L1, мм: 7

Радиус R2, мм: 1,9

Угол α : 11

OK Отмена

Если включена опция «Одинаковые зацепы с двух сторон», то размеры задаются только для левого зацепа.

При выключенной опции «Одинаковые зацепы с двух сторон» вы можете выбрать различный тип зацепов справа и слева или установить различные параметры зацепов.

Без расчета

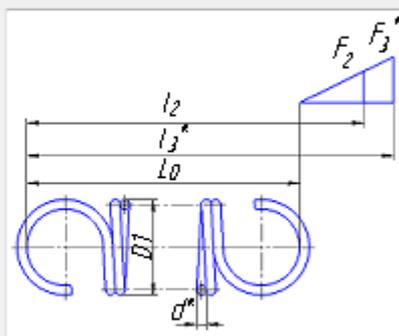
Плоский чертеж

Для построения чертежа пружины в главном меню формы «Проектирование цилиндрической пружины растяжения» выберите «Построение без расчета --> Плоский чертеж».

Построение без расчета - плоский чертеж

Параметры

Диаметр пружины, мм	D1	42
Диаметр проволоки, мм	d	5
Число рабочих витков,	n	3
Длина пружины в свободном состоянии без зацепов, мм	L0	20
Модуль сдвига, МПа	G	78500
Плотность материала, кг/м ³	ρ	8000
Максимальное касательное напряжение, МПа	τ_3	959



Диаграмма

Сила предварительного напряжения, Н	F0	0
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	30
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	1000
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	1060
Длина пружины при предварительной деформации без зацепов, мм	L1	20,75
Длина пружины при рабочей деформации без зацепов, мм	L2	45
Длина пружины при максимальной деформации без зацепов, мм	L3	46,5

Материал

OK Отмена

В форме «Построение без расчета - плоский чертеж», необходимо ввести следующие исходные данные:

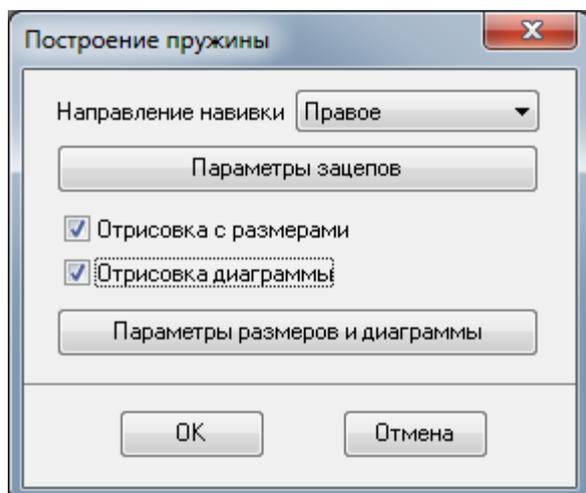
- внешний диаметр пружины $D1$;
- диаметр проволоки d ;
- число рабочих витков n ;
- длину пружины в свободном состоянии без зацепов $L0$;
- модуль сдвига G ;
- плотность материала;
- максимальное касательное напряжение;
- материал.

Для построения на чертеже диаграммы установите галочку напротив поля «Диаграмма» и введите следующие данные:

- силу предварительного напряжения $F0$;
- силу пружины при предварительной деформации $F1$;
- силу пружины при рабочей деформации $F2$;
- силу пружины при максимальной деформации $F3$;
- длину пружины при предварительной деформации без зацепов $L1$;
- длину пружины при рабочей деформации без зацепов $L2$;

- длину пружины при максимальной деформации без зацепов L3.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «ОК».



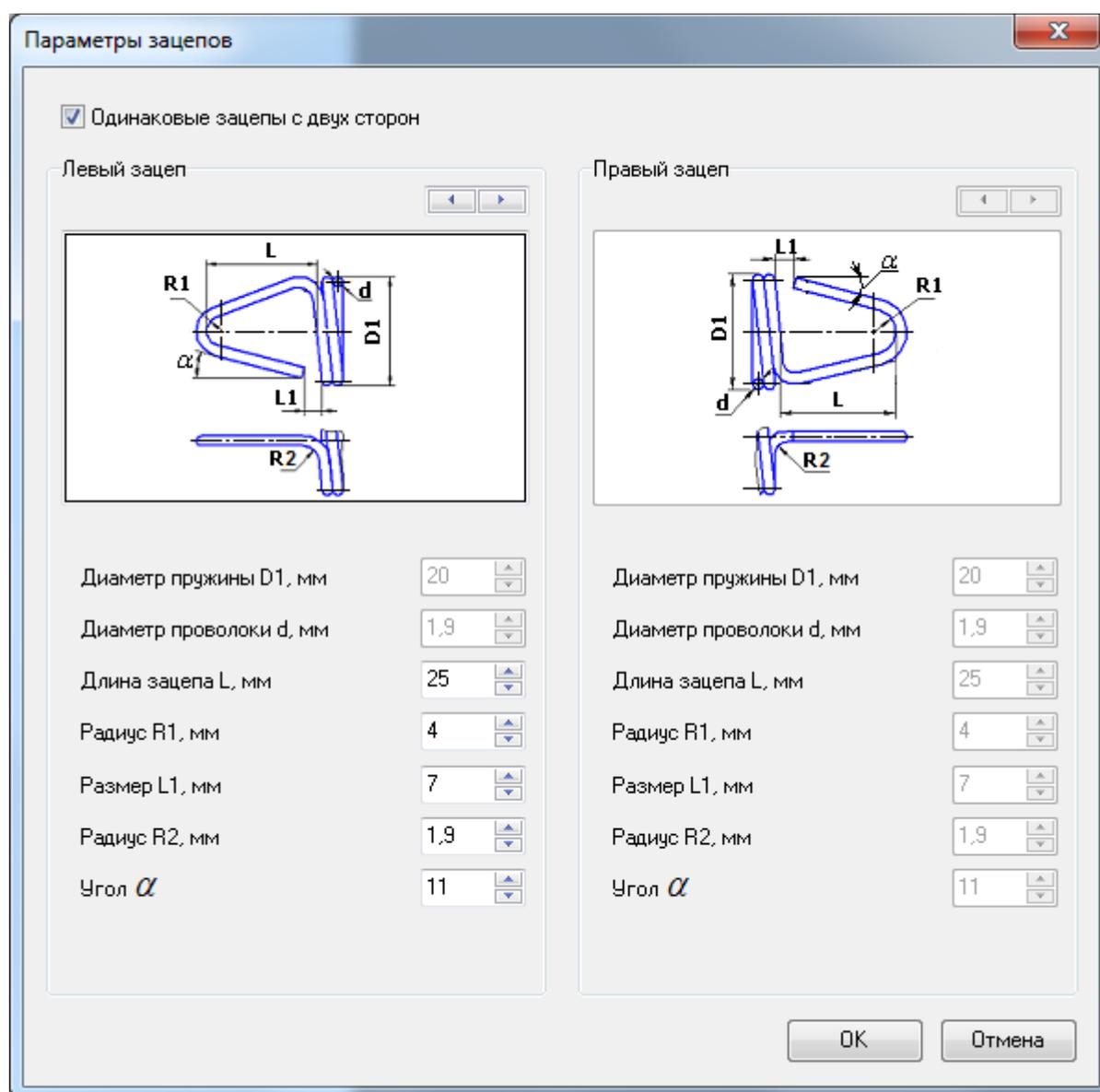
На форме «Построение пружины» вы можете задать направление навивки пружины, параметры зацепов, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.



Опция «Отрисовка диаграммы» становится активной, если на форме «Построение без расчета - плоский чертеж» была установлена галочка напротив поля «Диаграмма».

Параметры зацепов

На форме «Параметры зацепов» вы можете выбрать тип зацепов с левой и правой стороны пружины и задать размеры зацепов.

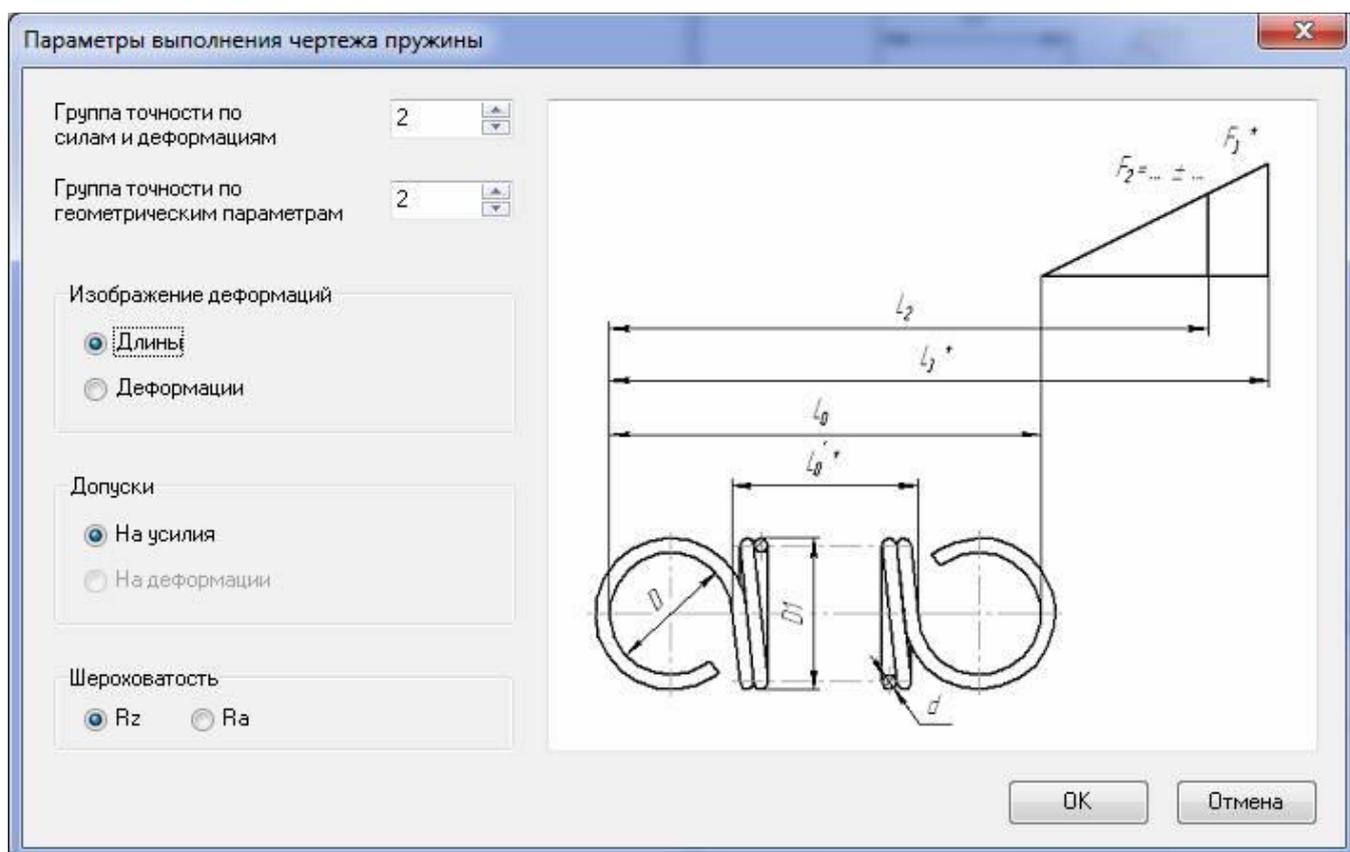


Если включена опция «Одинаковые зацепы с двух сторон», то размеры задаются только для левого зацепа.

При выключенной опции «Одинаковые зацепы с двух сторон» вы можете выбрать различный тип зацепов справа и слева или установить различные параметры зацепов.

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



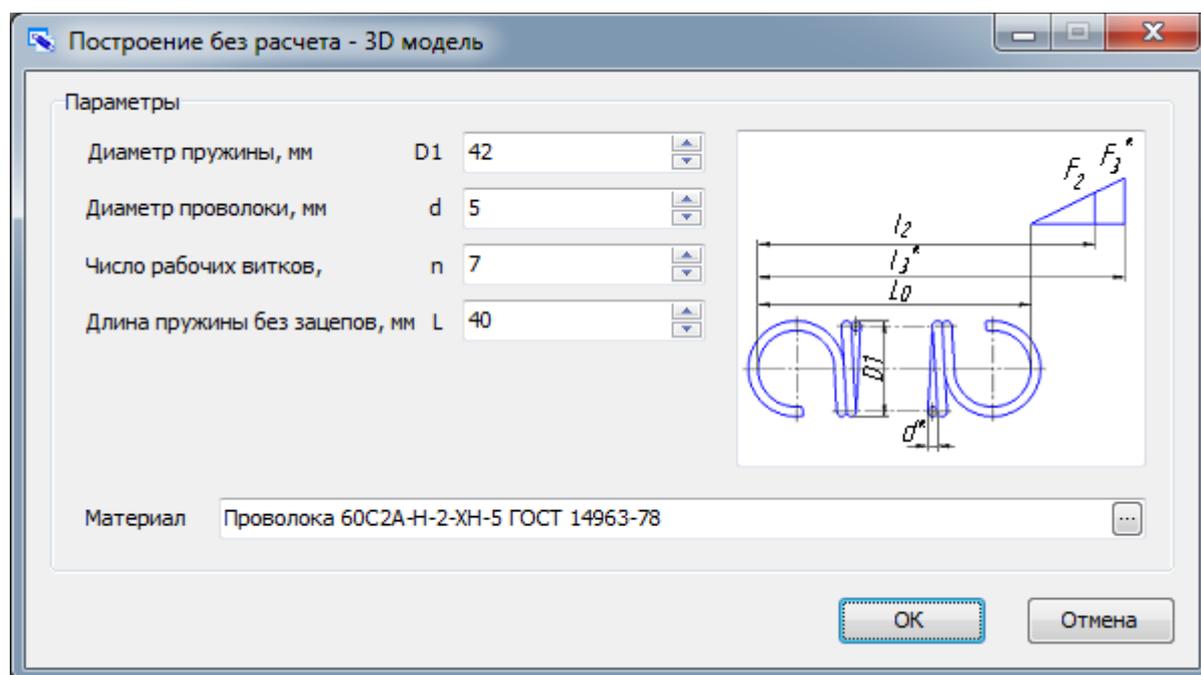
На данной форме вы можете задать группу точности на силы и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать способ изображения деформаций, выбрать вариант назначения допусков, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz.



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

Трёхмерная модель

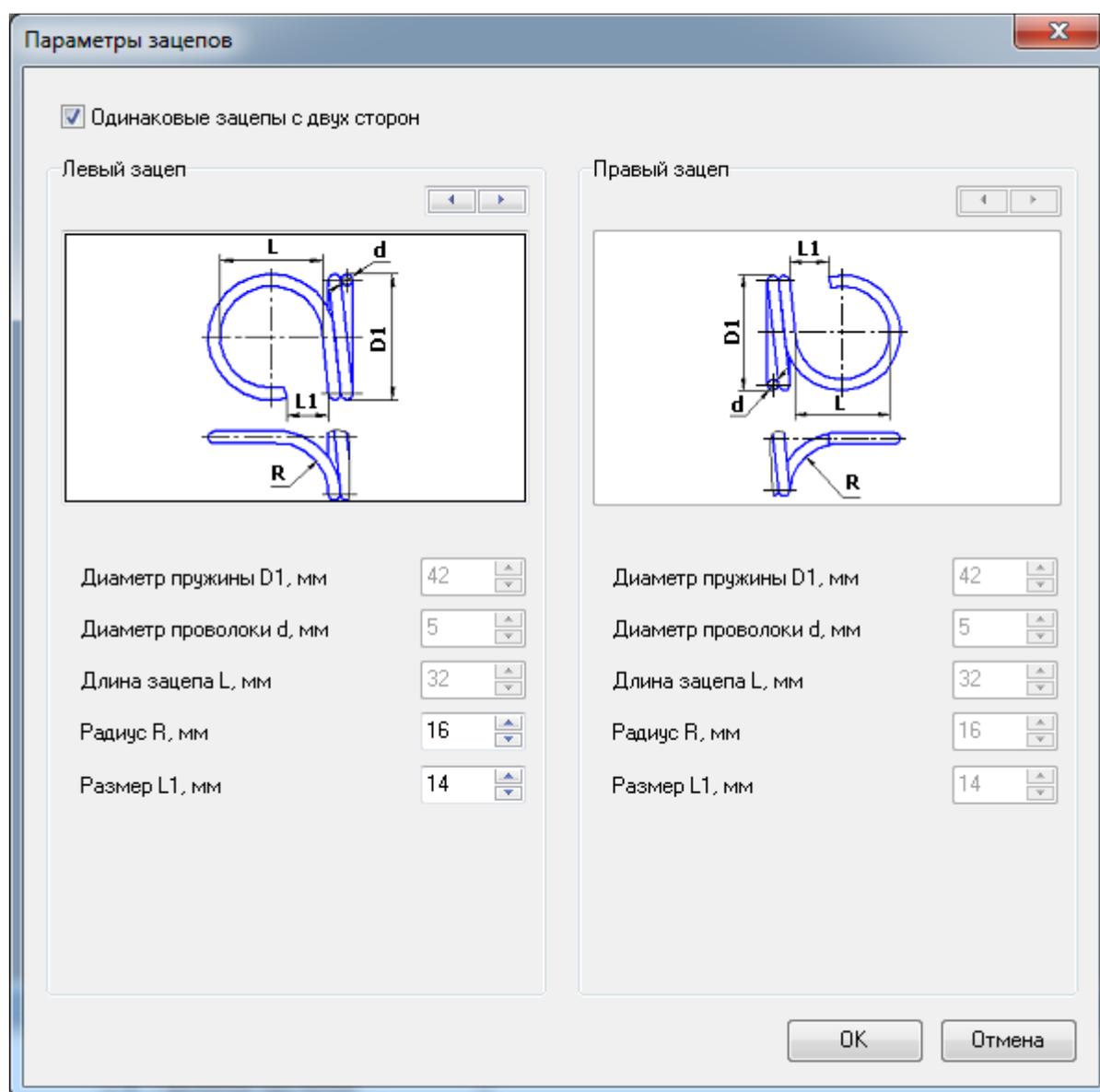
Для построения 3D модели пружины в главном меню формы «Проектирование цилиндрической пружины растяжения» выберите «Построение без расчета --> Трёхмерная модель».



В форме «Построение без расчета - 3D модель», необходимо ввести следующие исходные данные:

- внешний диаметр пружины $D1$;
- диаметр проволоки d ;
- число рабочих витков n ;
- длину пружины без зацепов L ;
- материал.

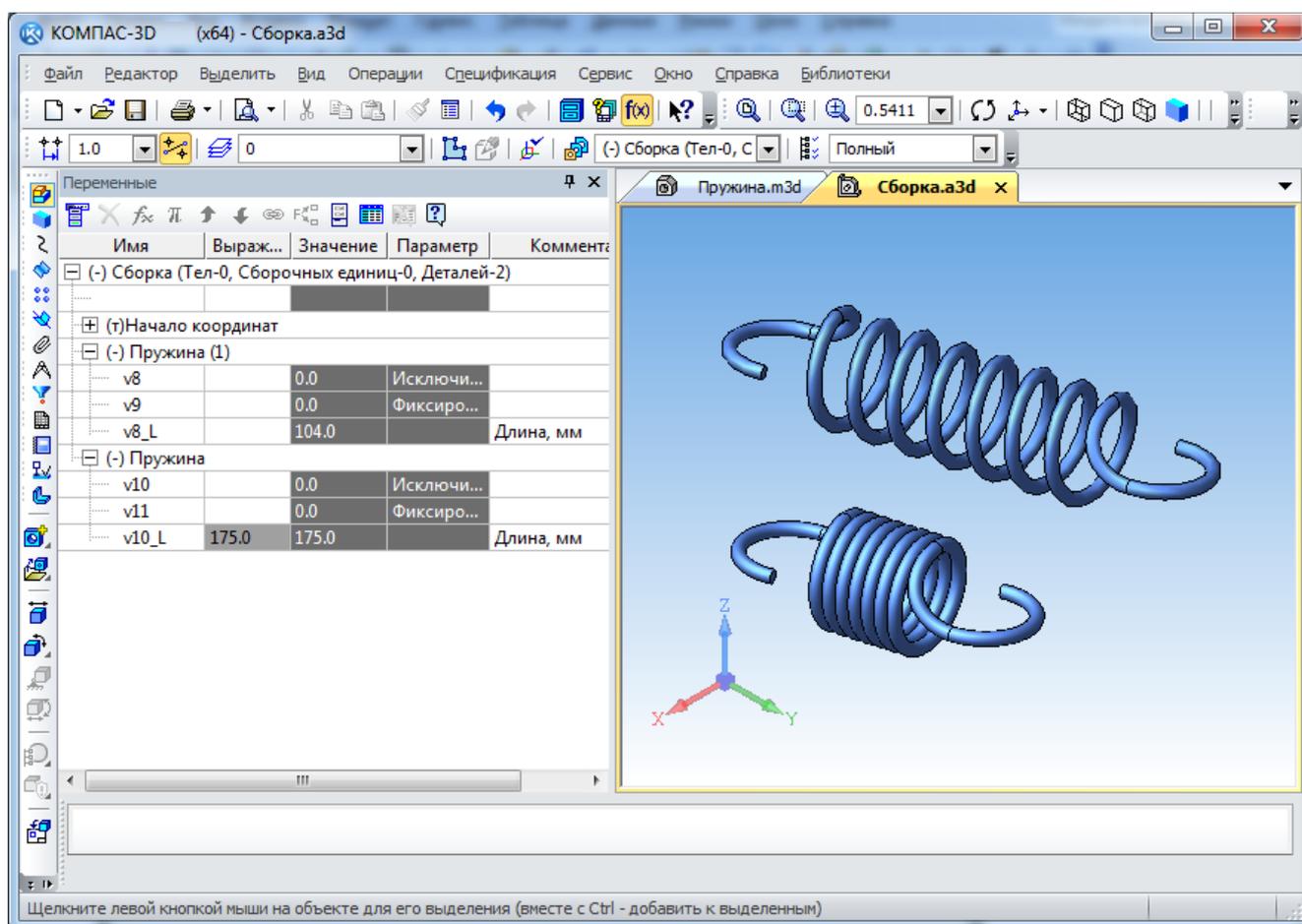
После ввода исходных данных нажмите кнопку «ОК», после чего откроется окно «Параметры зацепов».



В окне «Параметры зацепов» необходимо выбрать тип зацепов с левой и правой стороны пружины и задать размеры зацепов.

После нажатия кнопки «ОК» на форме «Параметры зацепов» произойдет построение параметрической модели.

После вставки пружины в сборку вы можете изменять длину пружины, за счет изменения значения внешней переменной L, что позволяет выставить пружину в рабочее состояние или промежуточное.



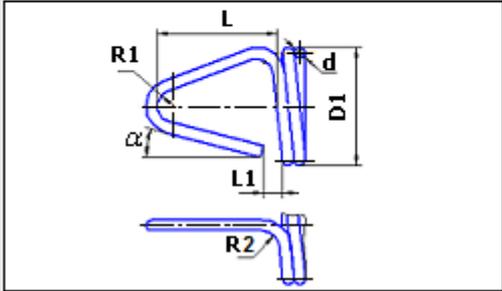
Параметры зацепов

На форме «Параметры зацепов» вы можете выбрать тип зацепов с левой и правой стороны пружины и задать размеры зацепов.

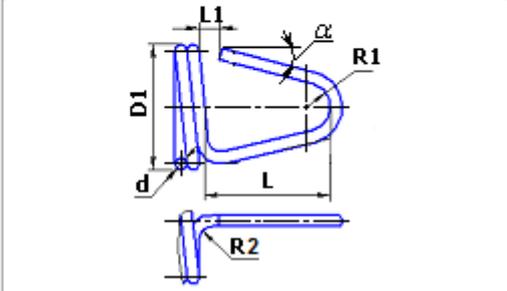
Параметры зацепов

Одинаковые зацепы с двух сторон

Левый зацеп



Правый зацеп



Диаметр пружины D1, мм	20	Диаметр пружины D1, мм	20
Диаметр проволоки d, мм	1,9	Диаметр проволоки d, мм	1,9
Длина зацепа L, мм	25	Длина зацепа L, мм	25
Радиус R1, мм	4	Радиус R1, мм	4
Размер L1, мм	7	Размер L1, мм	7
Радиус R2, мм	1,9	Радиус R2, мм	1,9
Угол α	11	Угол α	11

OK Отмена

Если включена опция «Одинаковые зацепы с двух сторон», то размеры задаются только для левого зацепа.

При выключенной опции «Одинаковые зацепы с двух сторон» вы можете выбрать различный тип зацепов справа и слева или установить различные параметры зацепов.

Справочная информация

Классы пружин

Класс пружин характеризует режим нагружения и выносливости, а также определяет основные требования к материалам и технологии изготовления.

Класс пружин	Вид пружин	Нагружение	Выносливость N_F (установленная безотказная наработка), циклы, не менее	Инерционное соударение витков
I	Сжатия и растяжения	Циклическое	$1 \cdot 10^7$	Отсутствует
II	Сжатия и растяжения	Циклическое и статическое	$1 \cdot 10^5$	Отсутствует
III	Сжатия	Циклическое	$2 \cdot 10^3$	Допускается

Разряды пружин

Разряды пружин отражают сведения о диапазонах сил, марках применяемых пружинных сталей, а также нормативах по допускаемым напряжениям.

Класс пружин	Разряд пружин	Вид пружин	Сила пружины при максимальной деформации F_{Σ} , Н	Диаметр проволоки (прутка) d, мм	Материал		Твердость после термообработки, HRC	Максимальное касательное напряжение при кручении τ_s , МПа	Требование к упрочнению	Стандарт на основные параметры витков пружин
					Марка стали	Стандарт на заготовку				
I	1	Одножилные сжатия и растяжения	1,00 – 850	0,2 – 5,0	По ГОСТ 1050 и ГОСТ 1435	Проволока класса I по ГОСТ 9389	-	0,3Rm	Для повышения циклической стойкости рекомендуется упрочнение дробью	ГОСТ 13766
	2		1,00 – 800			Проволока классов II и III по ГОСТ 9389				ГОСТ 13767
	3		22,4 – 800	51ХФА-Ш по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 1071	0,32Rm		ГОСТ 13768		
			140 – 6000	60С2А; 65С2ВА; 70С3А по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 14963	47,5 ... 53,5				560
4	2800 - 180000	14 – 70	60С2А; 65С2ВА; 70С3А; 60С2; 60С2ХФА; 51ХФА по ГОСТ 14969	Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590	44,0 ... 51,5	480	ГОСТ 13769			
II	1	Одножилные сжатия и растяжения	1,5 – 1400	0,2 – 5,0	По ГОСТ 1050 и ГОСТ 1435	Проволока класса I по ГОСТ 9389	-	0,5Rm	-	ГОСТ 13770
	2		1,25 – 1250			Проволока классов II и III по ГОСТ 9389				ГОСТ 13771
	3		37,5 – 1250	51ХФА – Ш по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 1071	0,52Rm		ГОСТ 13772		
			236 – 10000	60С2А; 65С2ВА по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 14963	47,5 ... 53,5				960
4	4500 – 280000	14 – 70	60С2А; 60С2; 65С2ВА; 70С3А; 51ХФА; 66Г; 60С2ХФА; 60С2ХА по ГОСТ 14969	Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590	44,0 ... 51,5	800	ГОСТ 13773			
III	1	Трехжилные сжатия	12,5 – 1000	0,3 – 2,8	По ГОСТ 1050 и ГОСТ 1435	Проволока класса I по ГОСТ 9389	-	0,6Rm	-	ГОСТ 13774
	2	Одножилные сжатия	315 – 14000	3,0 – 12,0	60С2А; 65С2ВА; 70С3А по ГОСТ 14969	Проволока по ГОСТ 14963	54,5 ... 58,0	1350	Обязательно упрочнение дробью	ГОСТ 13775
	3		6000 - 20000	14 - 25	60С2А; 65С2ВА; 70С3А по ГОСТ 14969	Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590	51,5 ... 56,0	1050		ГОСТ 13776

Группы точности на силы или деформации

ГОСТ 16118 – 70 устанавливает три группы точности пружин по силам или деформациям.

Первая группа – пружины с допускаемыми отклонениями на контролируемые силы или деформации $\pm 5\%$. Назначается для пружин I и II классов, изготавливаемых из проволоки диаметром 1,6 мм и более.

Вторая группа – пружины с допускаемыми отклонениями на контролируемые силы или деформации $\pm 10\%$. Назначается для пружин всех классов, кроме трехжильных.

Третья группа – пружины с допускаемыми отклонениями на контролируемые силы или деформации $\pm 20\%$. Назначается для пружин всех классов, кроме одножильных пружин III класса.

Группы точности на геометрические параметры

Установленным группам точности по силам или деформациям соответствуют три группы точности на геометрические параметры.

Сочетание по одной и той же группе точности предельных отклонений на силы или деформации с предельными отклонениями на геометрические параметры не является обязательным. При этом, если на силы или деформации назначена первая группа точности, то предельные отклонения на геометрические параметры допускается назначать по второй группе точности; если на силы или деформации назначена вторая группа точности, то предельные отклонения на геометрические параметры допускается назначать по третьей группе точности. В технически обоснованных случаях предельные отклонения на геометрические параметры по согласованию с предприятием – изготовителем допускается назначать по более высоким группам точности, чем отвечающие назначенной группе точности по силам или деформациям.

Предельные отклонения наружного диаметра

Предельные отклонения на наружный диаметр назначаются по таблице 2 ГОСТ 16118 – 70.

Индекс пружины	Диаметр проволоки, мм																							
	0,2 – 0,3			0,36 – 0,6			0,7 – 1,4			1,6 – 3,0			3,5 – 6,0			7,0 – 12			14 – 25			28 – 50		
	Группа точности																							
$i = \frac{D_0}{d}$	2	3	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
До 5	0,12	0,24	0,15	0,3	0,18	0,36	0,24	0,48	0,96	0,48	0,95	1,9	0,7	1,4	2,8	1,8	3,6	7,0	2,4	4,8	9,5			
Св. 5 до 6,3	0,15	0,3	0,19	0,38	0,22	0,45	0,3	0,6	1,2	0,6	1,2	2,4	0,9	1,8	3,6	2,2	4,5	9,0	3,0	6,0	12			
Св. 6,3 до 8,0	0,18	0,36	0,24	0,48	0,28	0,55	0,38	0,75	1,5	0,75	1,5	3,0	1,1	2,2	4,4	2,8	5,5	11	3,8	7,5	15			
Св. 8,0 до 10	0,24	0,48	0,30	0,6	0,36	0,7	0,48	0,96	1,9	0,95	1,9	3,8	1,4	2,8	5,5	3,6	7,0	14	4,8	9,5	19			
Св. 10	0,30	0,60	0,36	0,70	0,45	0,90	0,60	1,2	2,4	1,2	2,4	4,8	1,7	3,4	7,0	4,5	9,0	18	6,0	11,5	24			

Предельные отклонения длины пружины растяжения в свободном состоянии

Предельные отклонения длины пружины растяжения в свободном состоянии определяют по формуле:

$$\Delta H_0 = \Delta n_1(d + \Delta d) + (n_1 + 1)\Delta d + 2\Delta l$$

Δd - предельное отклонение диаметра проволоки, выбирается из соответствующей таблицы стандарта на проволоку.

Δl - предельные отклонения длины зацепа, устанавливаются в зависимости от конструкции зацепа и предъявляемых требований к точности пружины.

Δn_1 - предельное отклонение полного числа витков, выбирают из таблицы 2 ГОСТ 16118 – 70.

Полное число витков n_1	Диаметр проволоки, мм																				
	0,2 – 0,3		0,36 – 0,6		0,7 – 1,4		1,6 – 3,0			3,5 – 6,0			7,0 - 12			14 - 25			28 – 50		
	Группа точности																				
	2	3	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
До 6,3	0,50	1,0	0,35	0,75	0,20	0,35	0,15	0,25	0,50	0,15	0,25	0,50	0,10	0,20	0,35	0,10	0,20	0,35	0,10	0,15	0,25
Св. 6,3 до 10	0,75	1,75	0,50	1,0	0,30	0,50	0,20	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	0,15	0,30	0,50	0,15	0,30	0,50	0,10	0,20	0,50
Св. 10 до 16	1,5	3,0	1,0	2,0	0,50	1,0	0,30	0,75	1,5	0,30	0,75	1,5	0,25	0,50	1,0	0,25	0,50	1,0	0,15	0,30	0,75
Св. 16 до 25	2,25	4,5	1,5	3,0	0,75	1,5	0,50	1,0	2,25	0,50	1,0	2,25	0,35	0,75	1,5	0,35	0,75	1,55	0,25	0,50	1,0
Св. 25	0,1n1	0,2n1	0,07n1	0,14n1	0,04n1	0,07n1	0,025n1	0,05n1	0,1n1	0,025n1	0,05n1	0,1n1	0,02n1	0,04n1	0,07n1	0,02n1	0,04n1	0,07n1	0,015n1	0,025n1	0,05n1

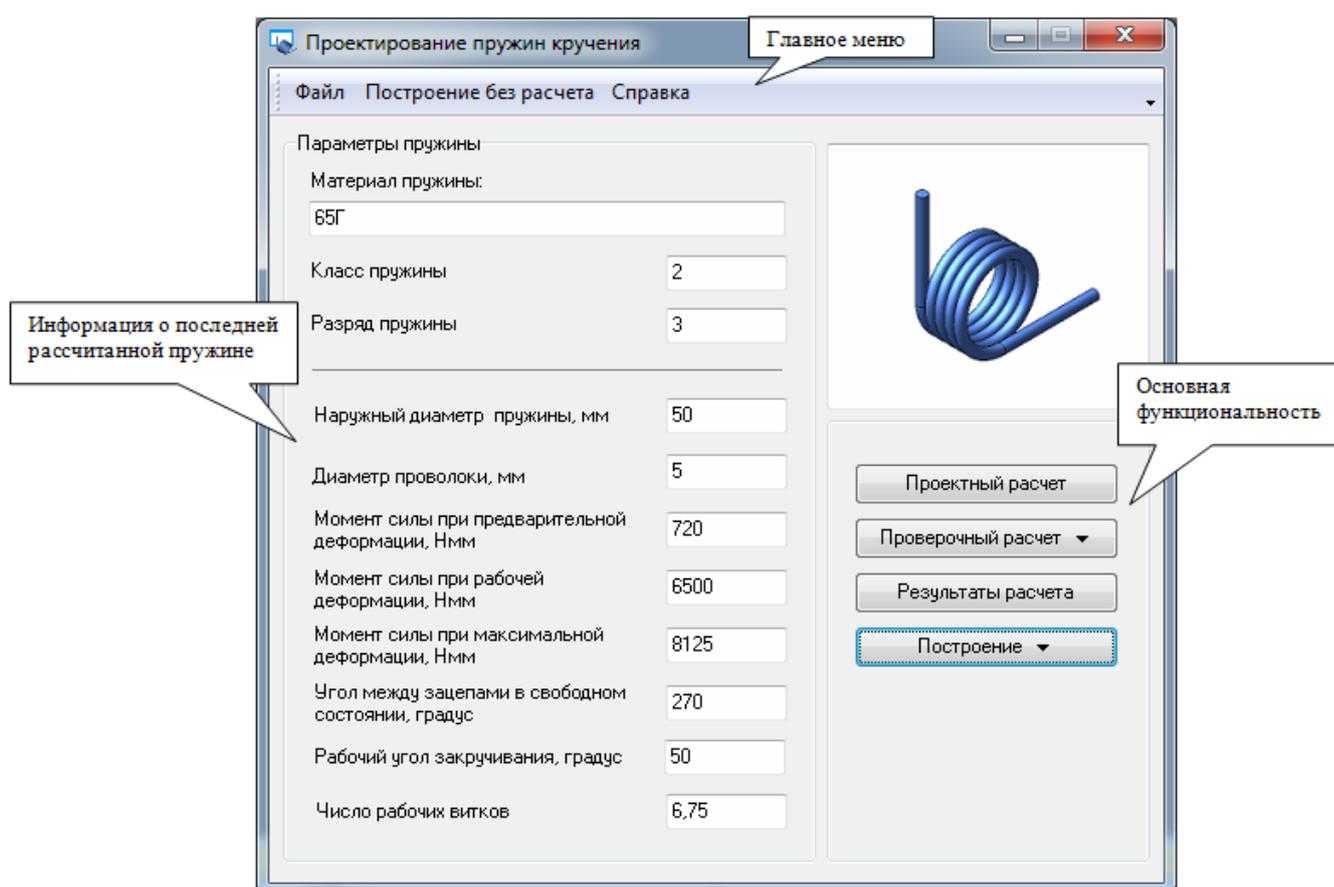
В тех случаях, когда допускаемые отклонения назначены на две и более силы или деформации, длина пружины в свободном состоянии является справочным размером и контролю не подлежит.

Пружины кручения

Проектирование пружин кручения

Модуль «Проектирование пружин кручения» позволяет провести проектный и проверочный расчет пружин кручения, а также осуществить построение спроектированной пружины.

Запуск модуля осуществляется выбором в менеджере библиотек пункта «Механика: Пружины → Пружины кручения».



Функционально окно «Проектирование пружин кручения» разбито на три части.

В верхней части окна располагается главное меню.

В левой стороне отображается информация о последней рассчитанной пружине.

В правой стороне окна расположены кнопки, с помощью которых возможно провести проектный и проверочный расчет, просмотреть результаты расчета, осуществить 2D и 3D построение спроектированной пружины.

Проектный расчет пружин кручения

Целью проектного расчета является определение геометрических параметров пружины, соответствующих заданным нагрузкам и условиям работы. Расчет выполняется исходя из основного условия прочности:

$$\sigma_3 < [\sigma_{\text{н}}]$$

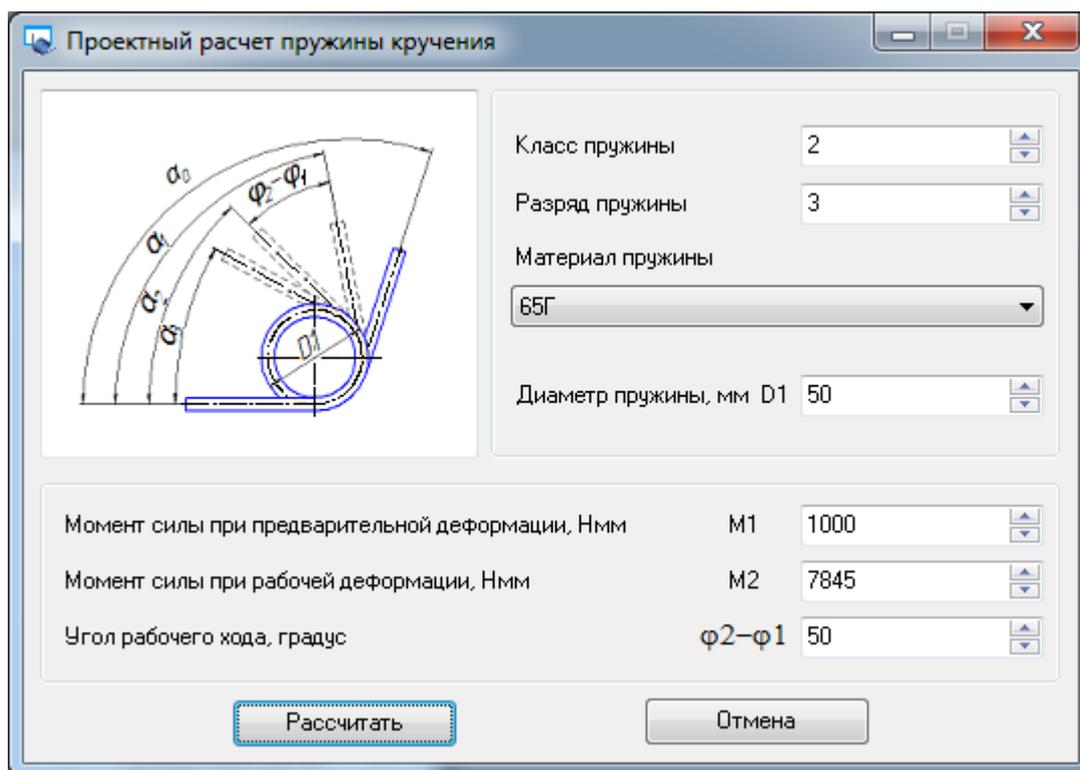
σ_3 - напряжение нормальное при изгибе под нагрузкой M_3 , МПа;

$[\sigma_{\text{н}}]$ - допускаемое напряжение на изгиб, МПа.

Задача проектного расчета имеет множество решений, из которых необходимо выбрать оптимальное по одному или нескольким критериям.

Исходные данные

Для запуска формы проектного расчета нажмите на главной форме кнопку «Проектный расчет».



Проектный расчет пружины кручения

Класс пружины: 2

Разряд пружины: 3

Материал пружины: 65Г

Диаметр пружины, мм D1: 50

Момент силы при предварительной деформации, Нмм M1: 1000

Момент силы при рабочей деформации, Нмм M2: 7845

Угол рабочего хода, градус $\phi 2 - \phi 1$: 50

Кнопки: Рассчитать, Отмена

В форме проектного расчета необходимо ввести следующие исходные данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- наружный диаметр пружины;
- момент силы при предварительной деформации M1;
- момент силы при рабочей деформации M2;
- угол рабочего хода.



Момент силы, при предварительной деформации M1 должен находиться в диапазоне (0,1 – 0,5) M2, или быть равным нулю, если установочная нагрузка не предусматривается.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».

Результаты расчета						
Расчет		Дополнительно				
Наружный диаметр D1, мм	Диаметр проволоки d, мм	Индекс пружины i	Число рабочих витков n	Длина пружины в свободном состоянии L0, мм	Шаг пружины t, мм	
▶ 50	4,5	10,11	3,698	22	4,6	
50	4,8	9,42	4,819	28,5	4,9	
50	5	9	5,699	34,5	5,1	
50	5,5	8,09	8,438	53	5,6	
50	5,6	7,93	9,089	58	5,7	
50	6	7,33	12,087	80	6,1	
50	6,2	7,06	13,844	94	6,3	
50	6,3	6,94	14,793	101	6,4	
50	6,5	6,69	16,839	118	6,6	
50	7	6,14	22,913	170	7,1	
50	7,1	6,04	24,307	183	7,2	
50	7,5	5,67	30,55	240	7,6	
50	8	5,25	40,02	333	8,1	
50	8,5	4,88	51,617	453	8,6	
50	9	4,56	65,667	607	9,1	
50	9,5	4,26	82,528	802	9,6	
50	10	4	102,589	1047	10,1	

На форме «Результаты расчета» представлены варианты расчета пружин.

Выделив интересующий вариант расчета, вы можете просмотреть подробную информацию о предлагаемом варианте, нажав кнопку «Подробнее».

Для сохранения результатов расчета предназначена кнопка «Сохранить». Загрузить данные ранее рассчитанной пружины можно с помощью пункта главного меню формы «Проектирование пружин кручения».

После выбора наиболее подходящего варианта пружины необходимо нажать кнопку «ОК».

На вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

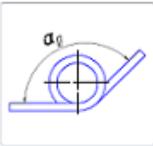
Расчет Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
✎ Вид зацепов		Тип 2	
✎ Число рабочих витков	n	3,698	
Длина развёрнутой пружины без зацепов, мм	L'	539	
Длина пружины без зацепов в свободном состоянии, мм	L0'	22	
✎ Угол между зацепами пружины в свободном состоянии, градус	A0	289	
Угол между зацепами пружины		329	
Угол между зацепами пружины		180	
Угол между зацепами пружины		270	
Угол закручивания пружины при			
Угол закручивания пружины при максимальной деформации, градус	Fi3	72	
✎ Момент силы пружины при предварительной деформации, Нмм	M1	1000	
Момент силы пружины при рабочей деформации, Нмм	M2	7845	
Момент силы пружины при максимальной деформации, Нмм	M3	9806	
Угол рабочего хода, градус	Fi2-Fi1	50	
✎ Зазор между витками пружины, мм	Clearance	0,1	
✎ Шаг пружины, мм	t	4,6	
Максимальное напряжение при изгибе, МПа	Sigma3	1186	
Допускаемое касательное напряжение, МПа	Sigma	1200	

Сохранить

Отменить

Вид зацепов:



После того, как скорректируете параметры нажмите кнопку «Сохранить».

Подробная информация о варианте расчета

Для просмотра более детальной информации о предлагаемом варианте расчета, выделите вариант расчета и нажмите кнопку «Подробно».

Предварительный просмотр

75% | 1 | Закрывать

Проектный расчет цилиндрической пружины кручения		
Наименование параметра	Значение (свойство)	
Материал	Проволока 65Г-5 ГОСТ 2771-81	
Класс	---	2
Разряд	---	3
Относительный инерционный зазор	---	0,1
Наружный диаметр пружины, мм	D1	50
Диаметр проволоки, мм	d	5,0
Индекс пружины	i	9,00
Число рабочих витков	n	3,25
Момент силы пружины при предварительной деформации, Нмм	M1	840,58
Момент силы пружины при рабочей деформации, Нмм	M2	7845,40
Момент силы пружины при максимальной деформации, Нмм	M3	9806,75
Угол рабочего хода, градус	$\varphi_2 - \varphi_1$	50
Угол закручивания пружины при предварительной деформации, градус	φ_1	6
Угол закручивания пружины при рабочей деформации, градус	φ_2	56
Угол закручивания пружины при максимальной деформации, градус	φ_3	70
Высота пружины *, мм	H0	22
Длина развернутой пружины*, мм	L	460
Шаг пружины, мм	t	5,1
Максимальное напряжение при изгибе, МПа	σ_{max}	874,0
Допускаемое напряжение при изгибе, МПа	[σ]	1200,0
Масса пружины *, кг	---	0,071
Модуль упругости, МПа	E	206000
Плотность материала, кг/м ³	ρ	7850

Примечание:
* - значение параметра без учета геометрии зацепов

Страница 1 из 1

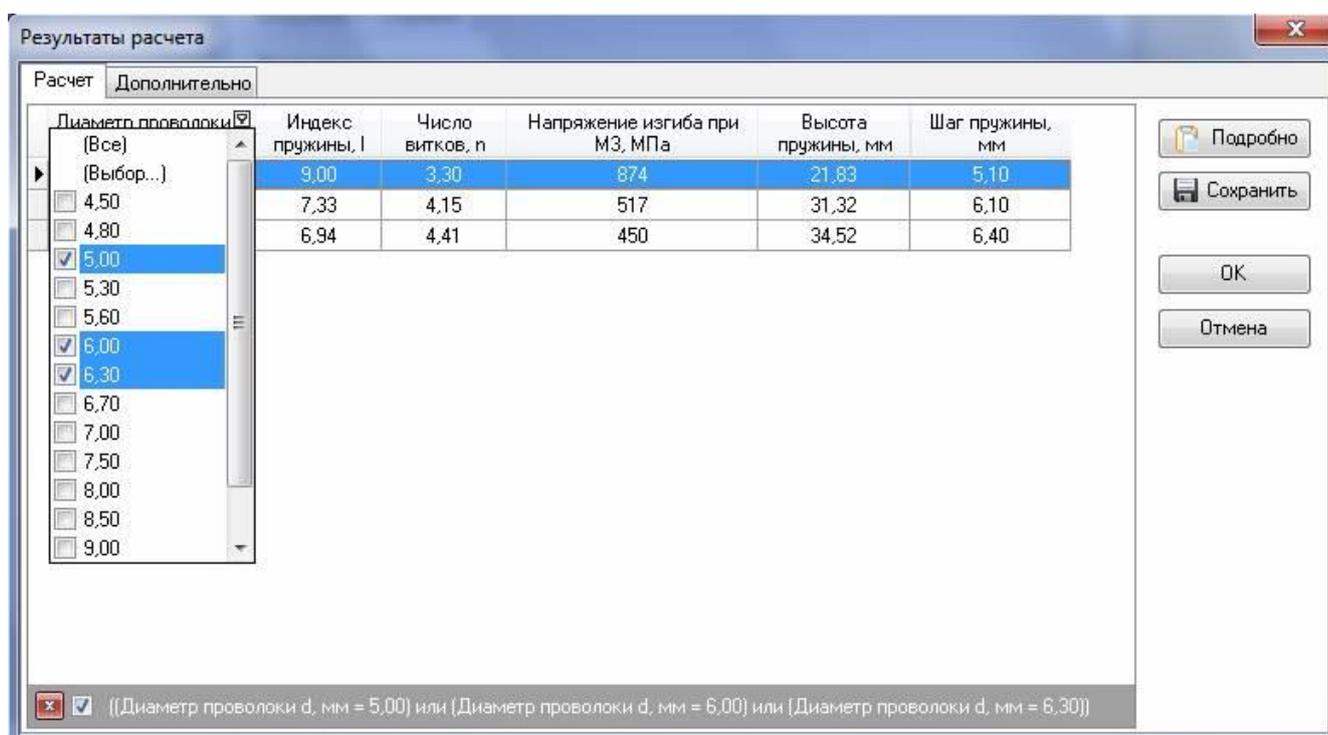
Сортировка результатов расчета

Вы можете отсортировать полученные данные по одному или нескольким полям.

Для того, чтобы отсортировать данные по одному полю, необходимо щелкнуть мышкой на заголовке сортируемого поля. Для сортировки по нескольким полям данных, необходимо, удерживая клавишу Shift, щелкнуть мышкой заголовки тех полей данных, по которым будет осуществляться сортировка.

Фильтр

Для задания фильтра необходимо щелкнуть на значке, появляющемся в правом верхнем углу заголовка поля данных, и в открывшемся списке проставить галочки напротив тех значений, которые должны входить в фильтр.



Сохранение результатов расчета

Для сохранения результатов расчета необходимо нажать на кнопку «Сохранить» на форме «Результаты расчета». Сохраненные данные можно будет в дальнейшем загрузить через команду главного меню «Загрузить сохраненный расчет» формы «Проектирование пружин кручения».

Проверочный расчет пружин кручения

Целью проверочного расчета является проверка возможности использования пружины при определенных нагрузках.

Проверочный расчет по силовым характеристикам

Исходные данные

Для проведения проверочного расчета по силовым характеристикам нажмите на главной форме кнопку «Проверочный расчет» --> «По силовым характеристикам».

Проверочный расчет пружины кручения

Класс пружины: 2

Разряд пружины: 3

Материал пружины: 65Г

Диаметр пружины, мм D1: 50

Диаметр проволоки, мм d: 4.5

Индекс пружины $i = D/d$ $i \geq 4$: 10,11

Число рабочих витков пружины n: 6

Момент силы при предварительной деформации, Нмм M1: 1000

Момент силы при рабочей деформации, Нмм M2: 7850

Зазор между витками пружины, мм $\delta = [0.1; 0.5]$: 0,1

Рассчитать

Отмена

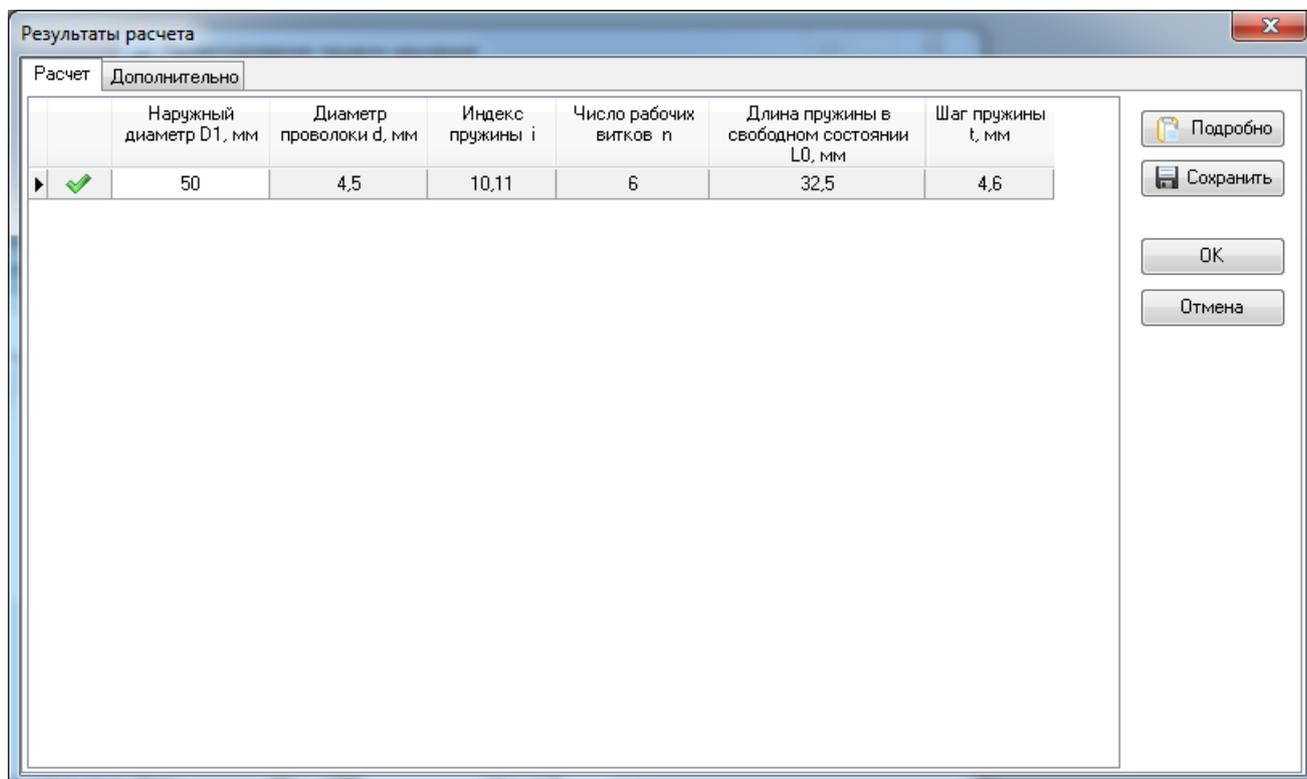
В форме проверочного расчета необходимо ввести следующие данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- наружный диаметр пружины;
- диаметр проволоки;
- число рабочих витков пружины;
- момент силы при предварительной деформации M1;
- момент силы при рабочей деформации M2;
- зазор между витками пружины.

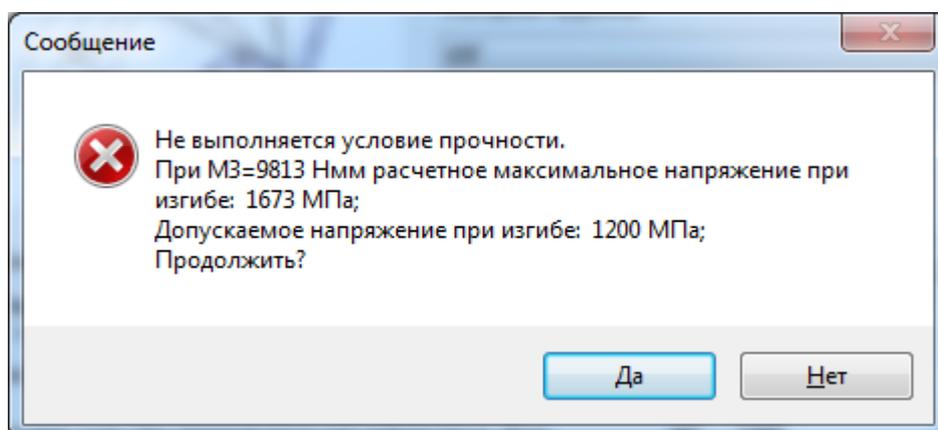
После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».



В том случае, если пружина не удовлетворяет условию прочности, будет выдано сообщение, сигнализирующее о том, что условие прочности не выполнено.



Если пружина проходит по прочности, на вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком  .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите новое значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

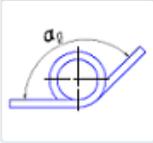
Расчет Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Вид зацепов		Тип 2	
Число рабочих витков	n	6	
Длина развёрнутой пружины без зацепов, мм	L'	874	
Длина пружины без зацепов в свободном состоянии, мм	L0'	32,5	
Угол между зацепами пружины в свободном состоянии, градус	A0	180	
Угол между зацепами пружины при предварительной деформации, град	A1	168	
Угол между зацепами пружины при рабочей деформации, градус	A2	87	
Угол между зацепами пружины при максимальной деформации, град	A3	64	
Угол закручивания пружины при предварительной деформации, град	Fi1	12	
Угол закручивания пружины при рабочей деформации, градус	Fi2	93	
Угол закручивания пружины при максимальной деформации, градус	Fi3	116	
Момент силы пружины при предварительной деформации, Нмм	M1	1000	
Момент силы пружины при рабочей деформации, Нмм	M2	7850	
Момент силы пружины при максимальной деформации, Нмм	M3	9812	
Угол рабочего хода, градус	Fi2-Fi1	81	
Зазор между витками пружины, мм	Clearance	0,1	
Шаг пружины, мм	t	4,6	
Максимальное напряжение при			
Допускаемое касательное напр			

Сохранить

Отменить

Вид зацепов:



4.6 5

5

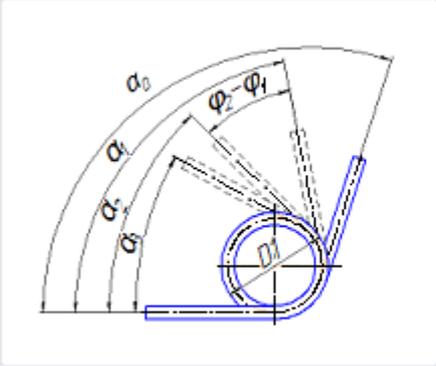
Применить Отменить

Проверочный расчет по геометрическим параметрам

Исходные данные

Для проведения проверочного расчета по геометрическим параметрам нажмите на главной форме кнопку «Проверочный расчет» --> «По геометрическим параметрам».

Проверочный расчет пружины кручения



Класс пружины: 2

Разряд пружины: 3

Материал пружины: 65Г

Диаметр пружины, мм D1: 50

Диаметр проволоки, мм d: 4.5

Индекс пружины $i = D/d$ $i \geq 4$: 10,11

Число рабочих витков пружины $n \geq n_{\min}$, где $n_{\min} = (\varphi_3 / 123,1)^4$; $n_{\min} = 0,043$: 6,5

Угол закручивания пружины при предварительной деформации, градус $\varphi_1 = [0,1; 0,5]$ φ_2 : [4; 22]: 5

Угол закручивания пружины при рабочей деформации, градус φ_2 : 45

Угол закручивания пружины при максимальной деформации, градус $\varphi_3 = 1,25 \varphi_2$; $\varphi_3 = 56$: 56

Зазор между витками пружины, мм $\delta = [0,1; 0,5]$: 0,1

Рассчитать Отмена

В форме проверочного расчета необходимо ввести следующие данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- наружный диаметр пружины;
- диаметр проволоки;
- число рабочих витков пружины;
- угол закручивания пружины при предварительной деформации;
- угол закручивания пружины при рабочей деформации;
- угол закручивания пружины при максимальной деформации;
- зазор между витками пружины.

Число рабочих витков пружины исходя из условия устойчивости пружины, т.е. постоянства ее оси, должно быть:

$$n \geq n_{\min}$$

Минимальное число витков определяется по формуле:

$$n_{\min} = \left(\frac{\varphi_3}{123,1} \right)^4$$

Угол закручивания пружины при предварительной деформации должен быть равен:

$$\varphi_1 = [0,1; 0,5] \varphi_2$$

Угол закручивания пружины при максимальной деформации должен быть равен:

$$\varphi_3 = 1,25 \varphi_2$$

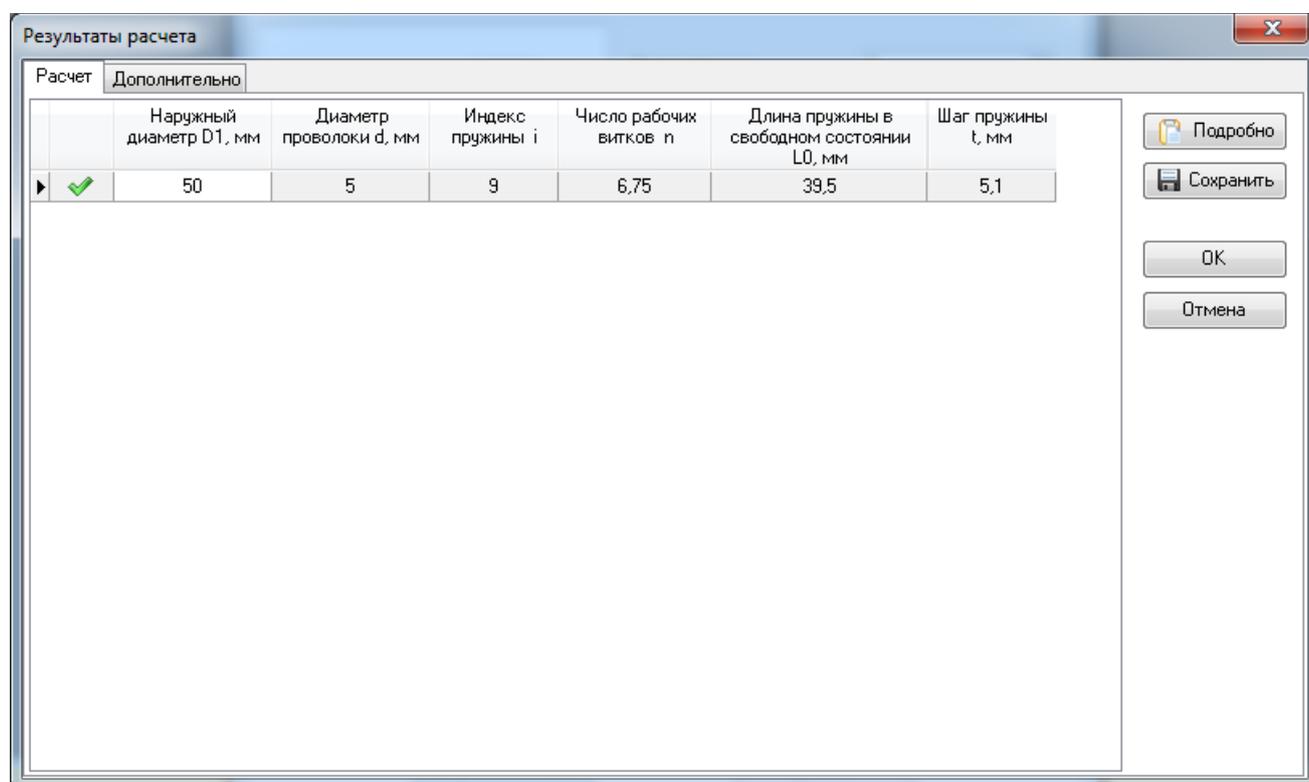
Зазор между витками пружины должен быть равен:

$$\delta = 0,1 \div 0,5 \text{ мм}$$

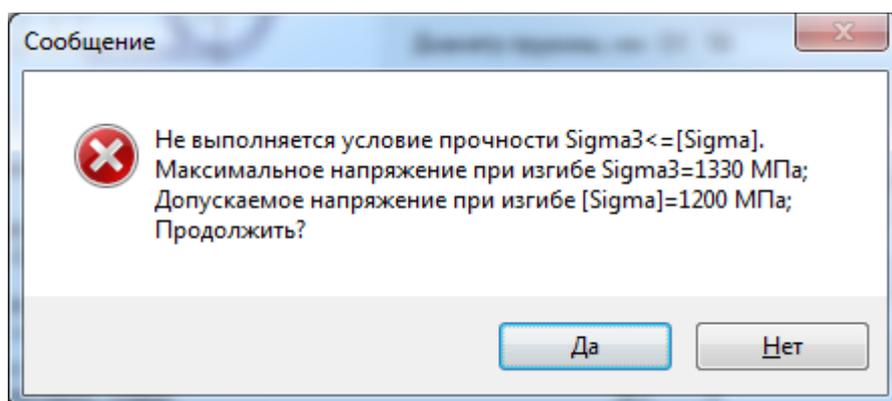
После ввода исходных данных нажмите кнопку «Расчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».

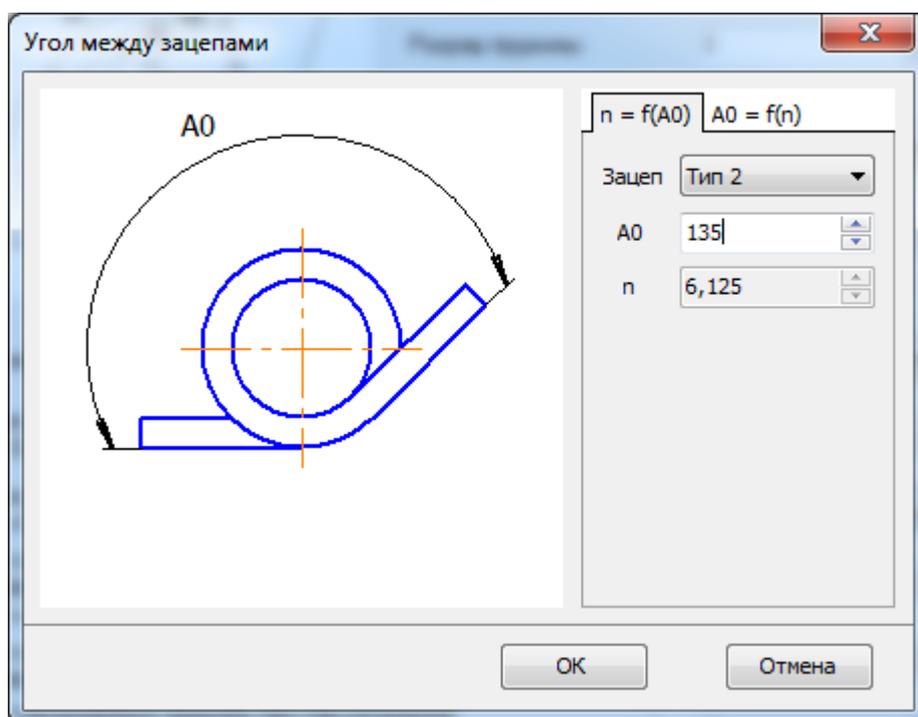


В том случае, если пружина не удовлетворяет условию прочности, будет выдано сообщение, сигнализирующее о том, что условие прочности не выполнено.



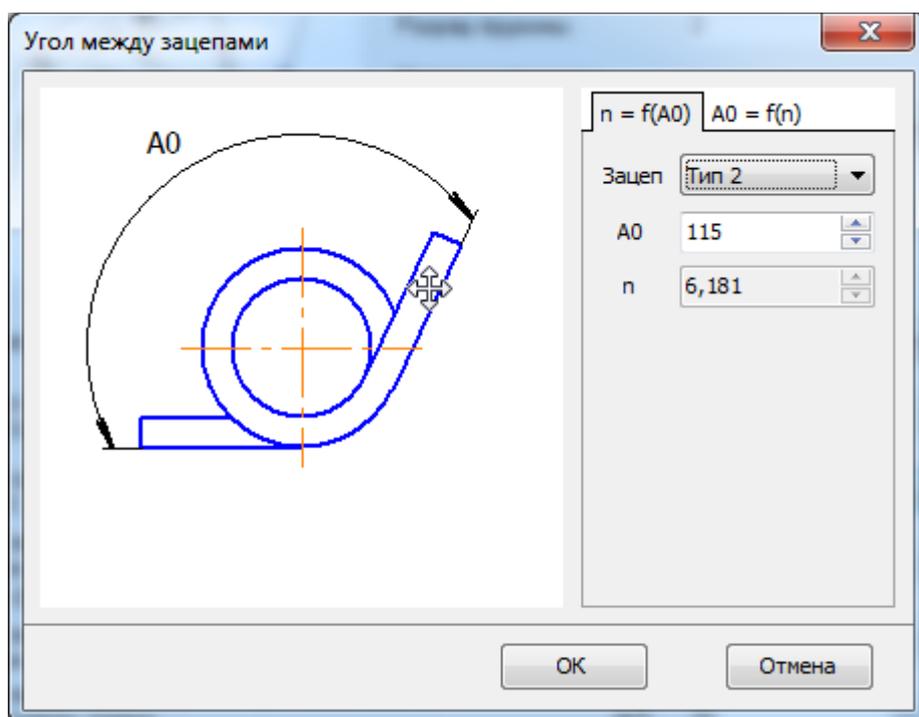
Определение числа витков через угол между зацепами

Для определения числа витков пружины через угол между зацепами нажмите кнопку с изображением угла, расположенную справа от поля ввода «n».



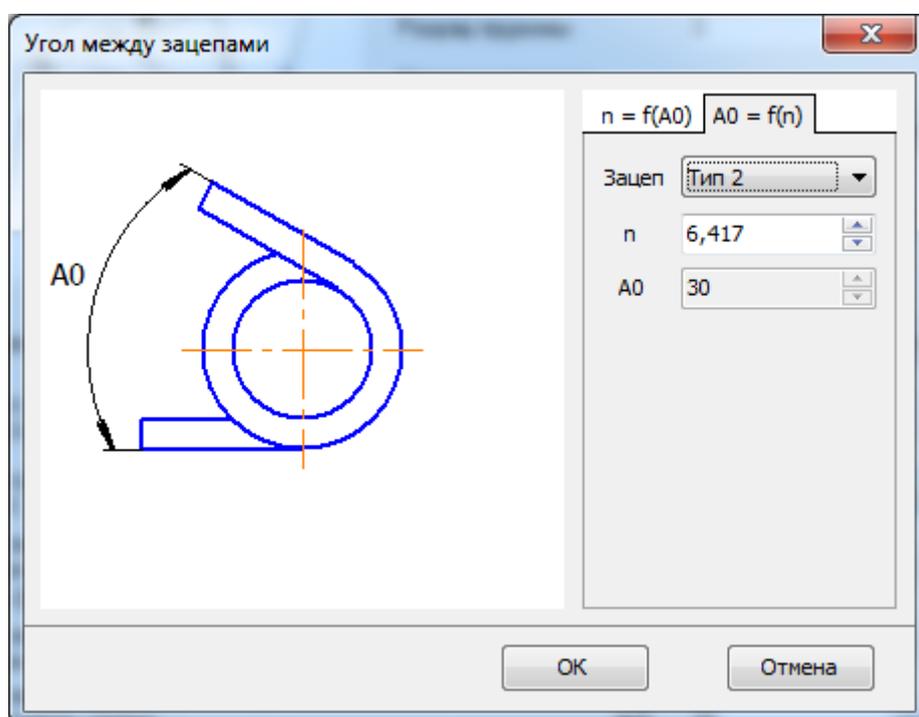
На вкладке $n=f(A_0)$ выберите тип зацепа и введите значение угла в поле «A0». Находясь в поле «A0» нажмите «Enter», в результате произойдет расчет числа витков.

Вы также можете графически задать значение угла между зацепами. Для этого наведите курсор мыши на зацеп. После того, как курсор мыши изменится, удерживая левую кнопку мыши выставите зацеп пружины в нужное положение. При движении зацепа число витков пересчитывается автоматически.



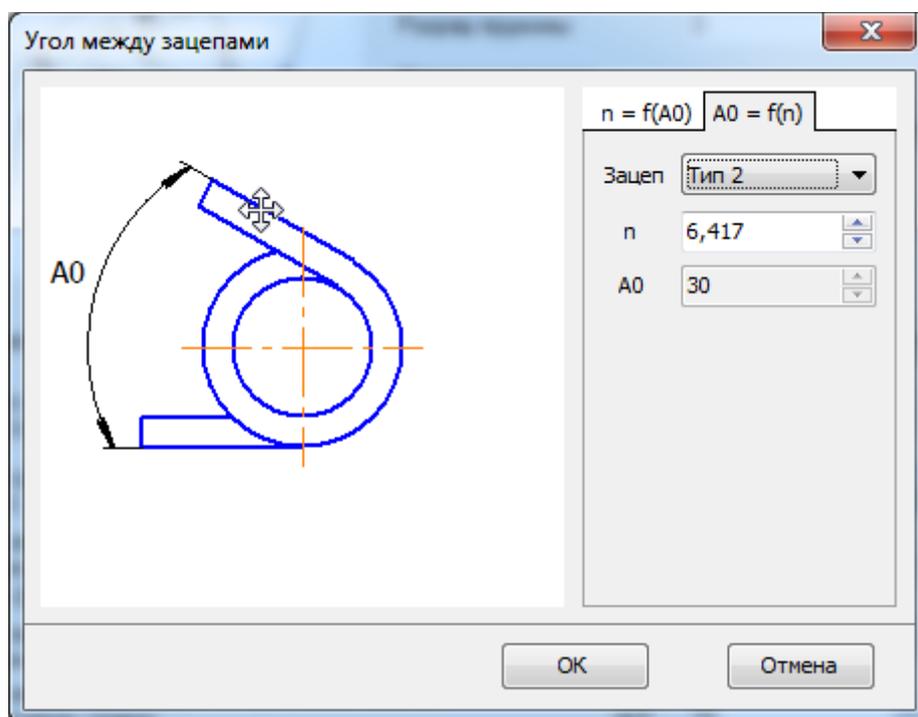
Определение угла между зацепами через число витков

Для определения угла между зацепами через число витков нажмите кнопку с изображением угла, расположенную справа от поля ввода «n».



На вкладке $A0=f(n)$ выберите тип зацепа и введите значение числа витков в поле «n». Находясь в поле «n» нажмите «Enter», в результате произойдет расчет угла между зацепами.

Вы также можете графически задать число витков. Для этого наведите курсор мыши на зацеп. После того, как курсор мыши изменится, удерживая левую кнопку мыши выставите зацеп пружины в нужное положение. При движении зацепа угол между зацепами пересчитывается автоматически.

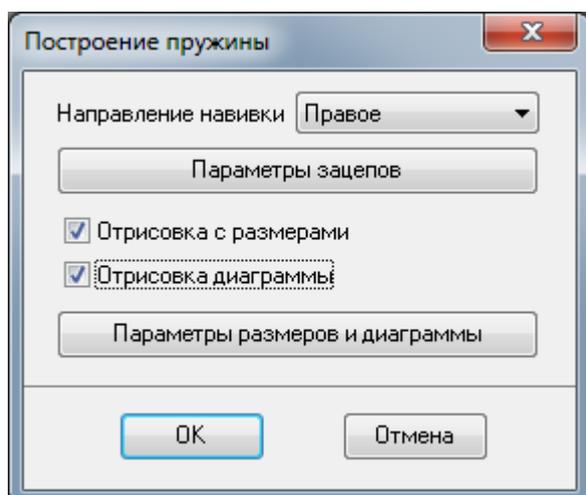
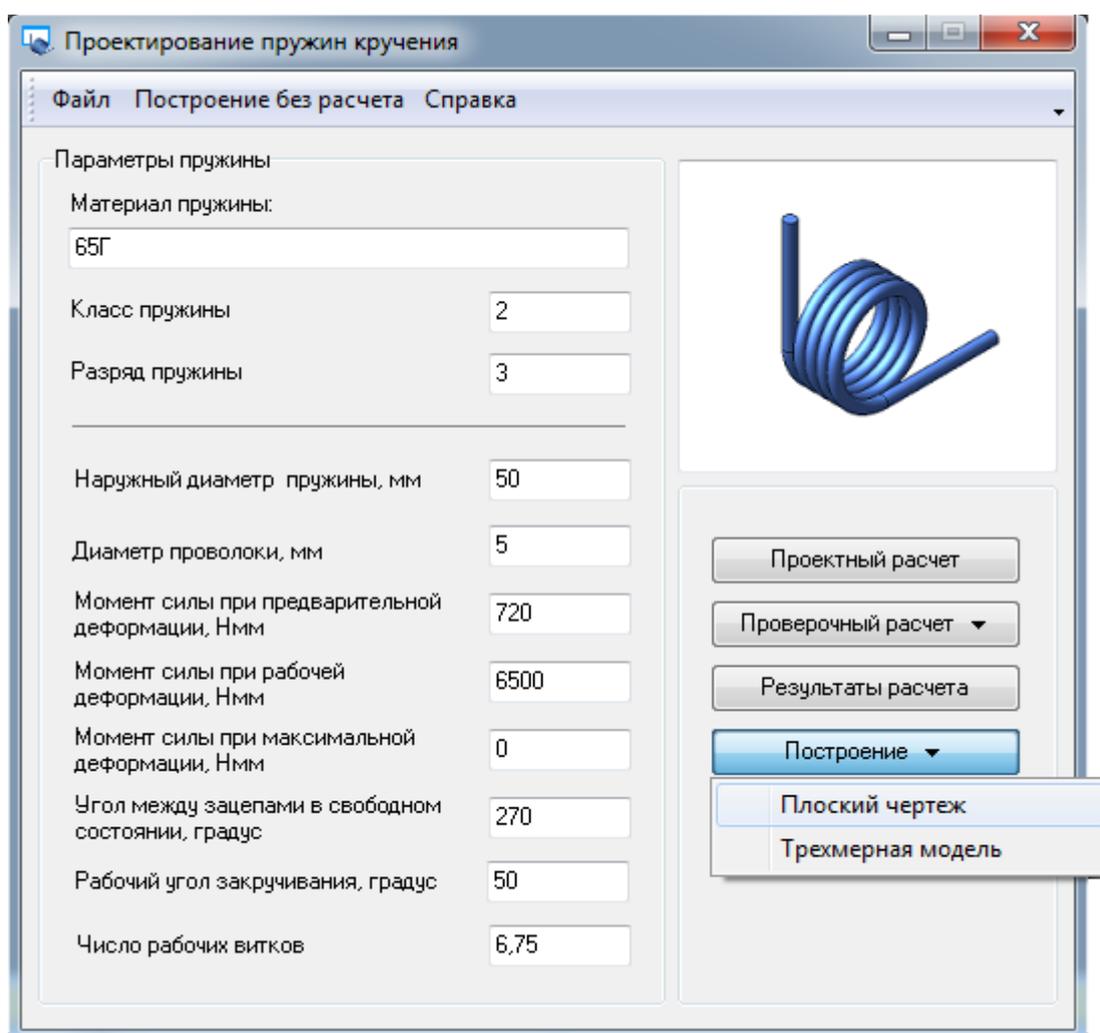


Построение пружины кручения

По расчетным данным

Плоский чертеж

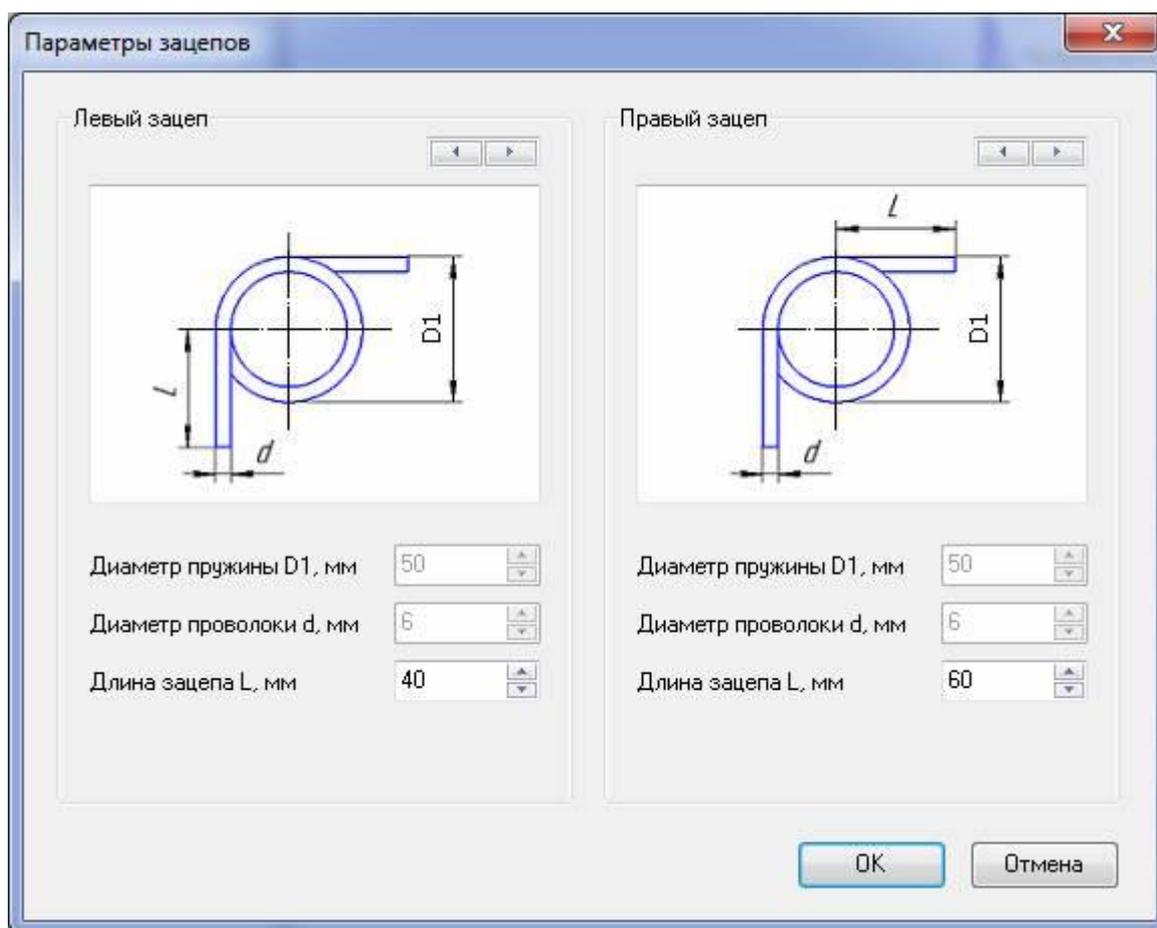
Для построения чертежа пружины щелкните на кнопку «Построение». В открывшемся меню выберите «Плоский чертеж», после чего откроется форма «Построение пружины».



На форме «Построение пружины» вы можете задать направление навивки пружины, параметры зацепов, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.

Параметры зацепов

На форме «Параметры зацепов» вы можете выбрать тип зацепов и задать размеры.



Выбор типа зацепа осуществляется с помощью кнопок прокрутки расположенных над изображением зацепа.

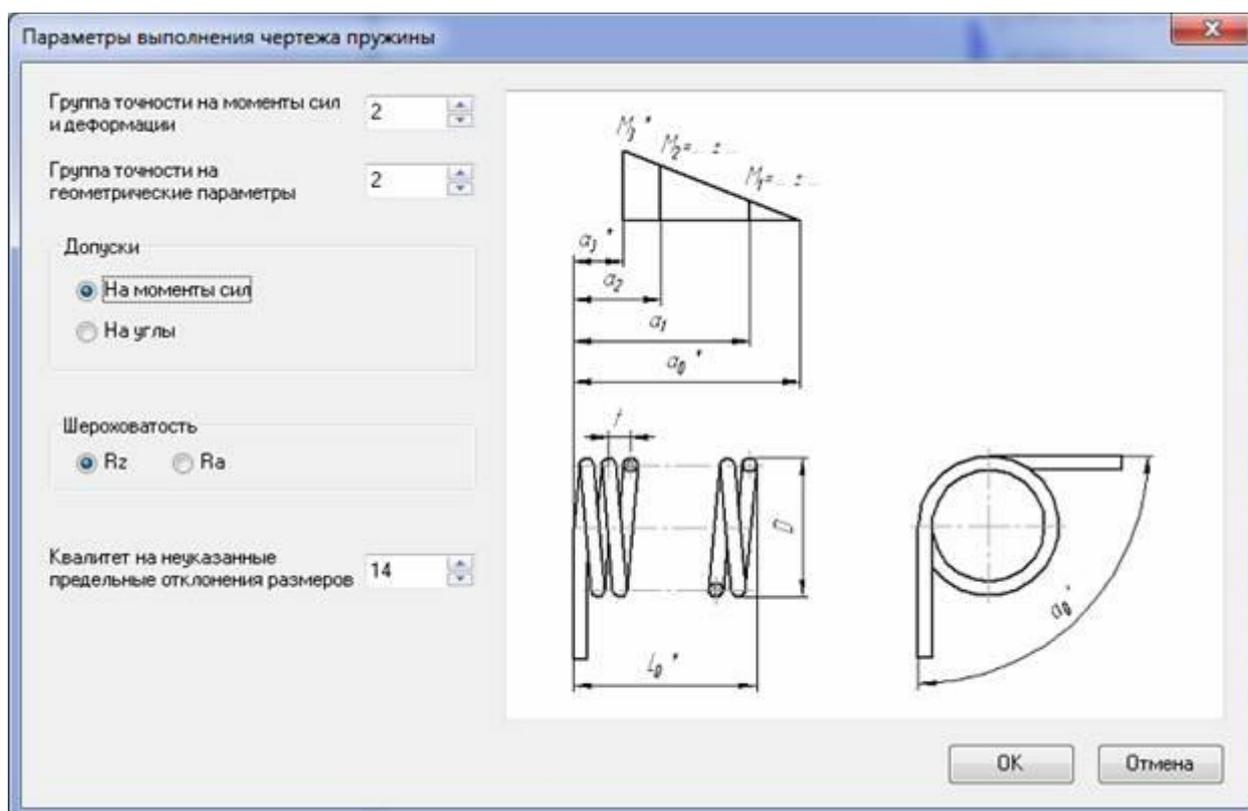
В зависимости от выбранного типа зацепа формируется список параметров.



Тип зацепов с левой и правой стороны одинаковый. Зацепы могут отличаться только размерами.

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



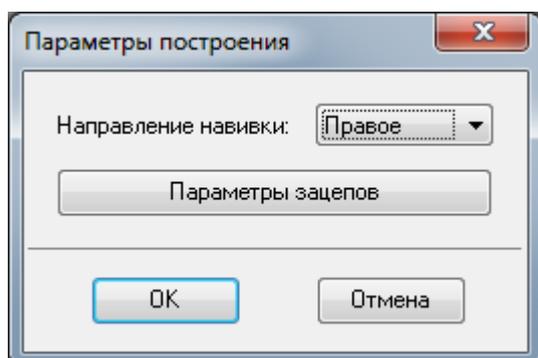
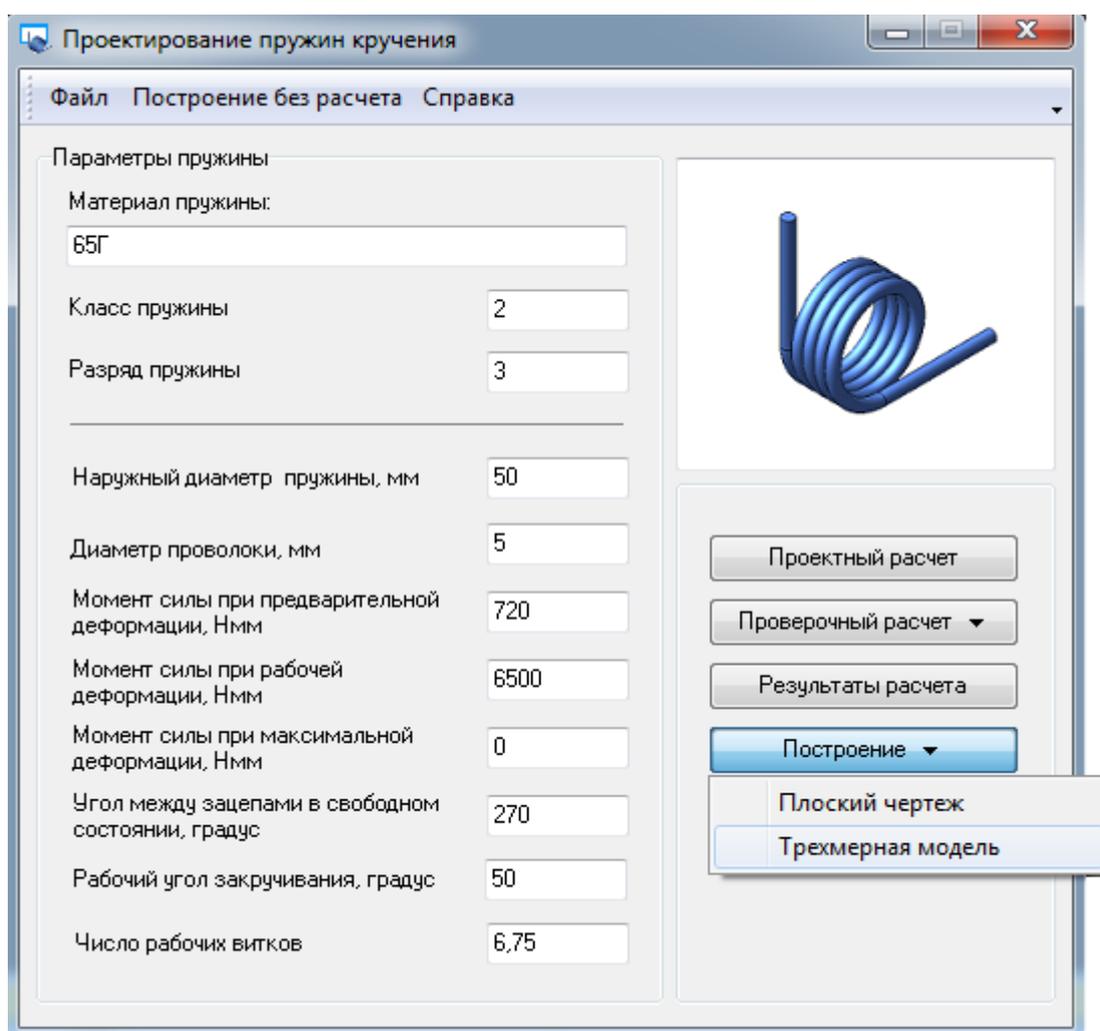
На данной форме вы можете задать группу точности на моменты сил и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz и задать квалитет на неуказанные предельные отклонения размеров (отображается в технических требованиях).



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

Трёхмерная модель

Для построения трёхмерной модели пружины щелкните на кнопку «Построение». В открывшемся меню выберите «Трёхмерная модель», после чего откроется форма «Параметры построения».



На форме «Параметры построения» вы можете выбрать направление навивки пружины и задать параметры зацепов.

После нажатия кнопки «ОК» на форме «Параметры построения» произойдет построение полностью параметрической модели.

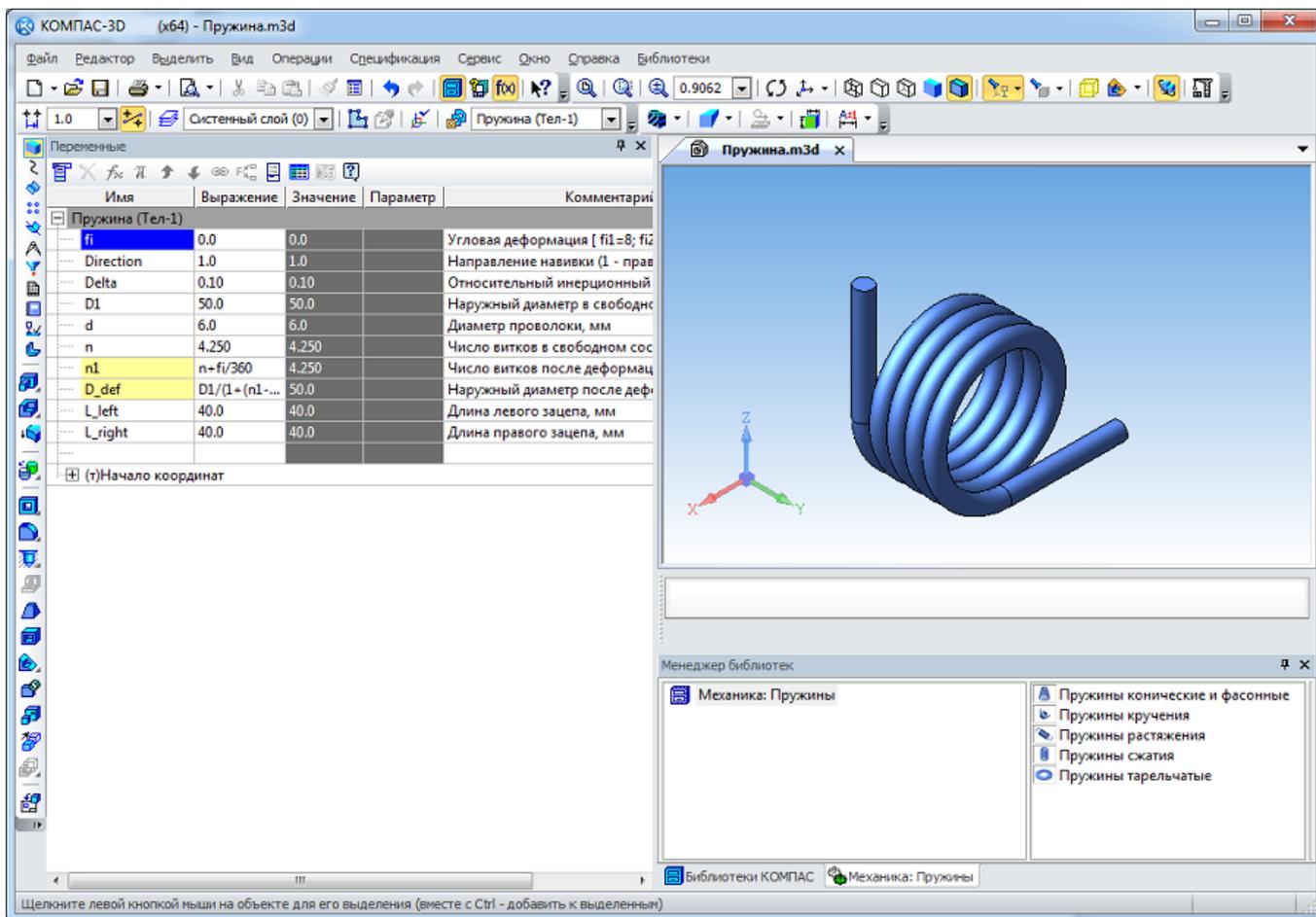
Использование полностью параметрической модели предоставляет возможность, находясь в сборке, подобрать конструктивные параметры пружины, исходя из ограничений проектируемого узла.

Управление параметрами уже построенной модели осуществляется в окне «Переменные».

Вы можете управлять следующими параметрами:

- f_i - угловая деформация;

- Direction - направление навивки (1 - правое; 0 - левое);
- Delta - относительный инерционный зазор, мм;
- D1 - наружный диаметр в свободном состоянии, мм;
- d - диаметр проволоки, мм;
- n - число витков в свободном состоянии;
- n1 - число витков после деформации;
- D_def - наружный диаметр после деформации, мм;
- L_left - длина левого зацепа, мм;
- L_right - длина правого зацепа, мм.



После вставки пружины в сборку вы можете регулировать угол между зацепами пружины за счет изменения значения угловой деформации (внешняя переменная fi).

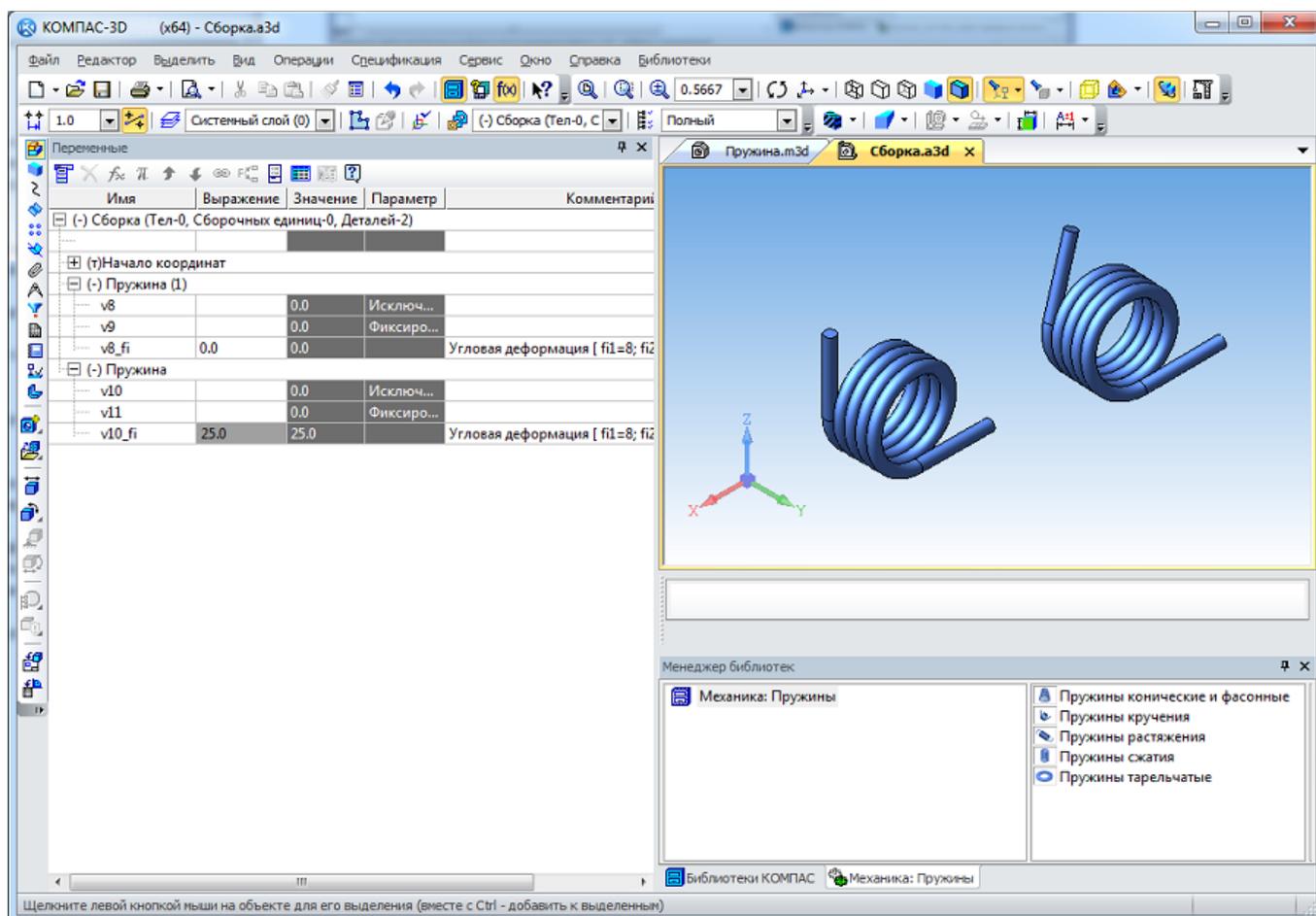
В поле «Комментарий» окна управления переменными в квадратных скобках указаны значения:

- fi1 – угловая деформация под действием момента M1;
- fi2 – угловая деформация под действием момента M2;
- fi3 – угловая деформация под действием момента M3.

Если момент силы, при предварительной деформации M1 равен нулю, то значение fi1 в поле комментарий не выводится.

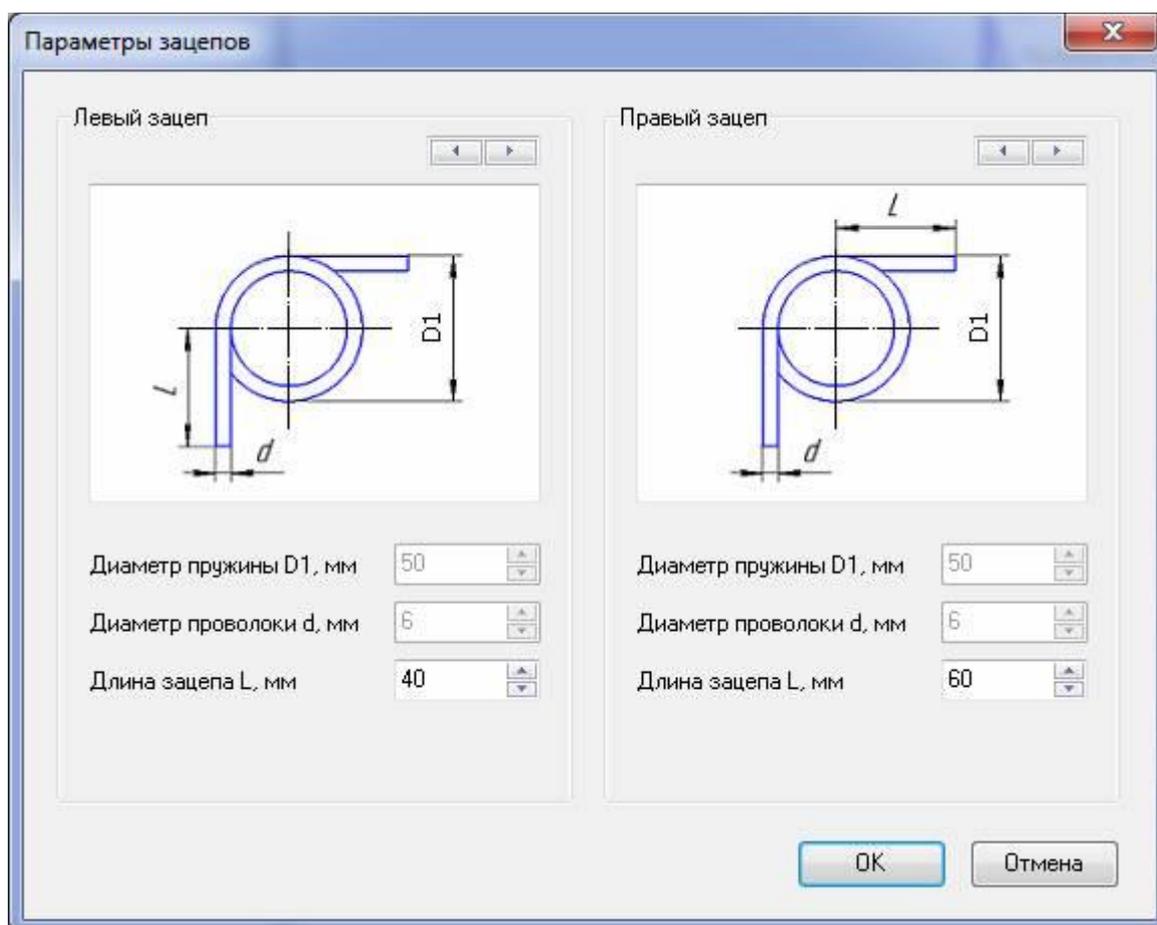
Для подбора конструктивных параметров пружины при эскизном моделировании, вы можете сделать требуемые параметры внешними переменными, и управлять их значениями, не входя в режим редактирования 3D модели пружины, к примеру, переменные L_left и L_right, которые отвечают за длину левого и правого зацепа.

Использование переменных в 3D модели позволяет одну и ту же модель пружины по-разному деформировать в сборке.



Параметры зацепов

На форме «Параметры зацепов» вы можете выбрать тип зацепов и задать размеры.



Выбор типа зацепа осуществляется с помощью кнопок прокрутки расположенных над изображением зацепа.

В зависимости от выбранного типа зацепа формируется список параметров.



Тип зацепов с левой и правой стороны одинаковый. Зацепы могут отличаться только размерами.

Без расчета

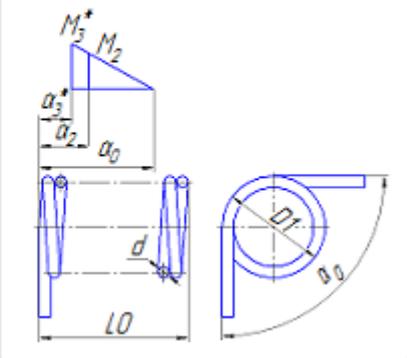
Плоский чертеж

Для построения чертежа пружины в главном меню формы «Проектирование пружин кручения» выберите «Построение без расчета --> Плоский чертеж».

Построение без расчета - плоский чертеж

Параметры

Диаметр пружины, мм	D1	50
Диаметр проволоки, мм	d	4,8
Зазор между витками пружины, мм	δ	0,5
Число рабочих витков,	n	6,25
Модуль упругости, МПа	E	206000
Напряжение нормальное при изгибе, МПа	σ_3	1200



Диаграмма

Момент силы при предварительной деформации, Нмм	M1	1552
Момент силы при рабочей деформации, Нмм	M2	6500
Момент силы при максимальной деформации, Нмм	M3	8125
Угол закручивания пружины при предварительной деформации	$\varphi 1$	5
Угол закручивания пружины при рабочей деформации	$\varphi 2$	50
Угол закручивания пружины при максимальной деформации	$\varphi 3$	63

Материал

OK Отмена

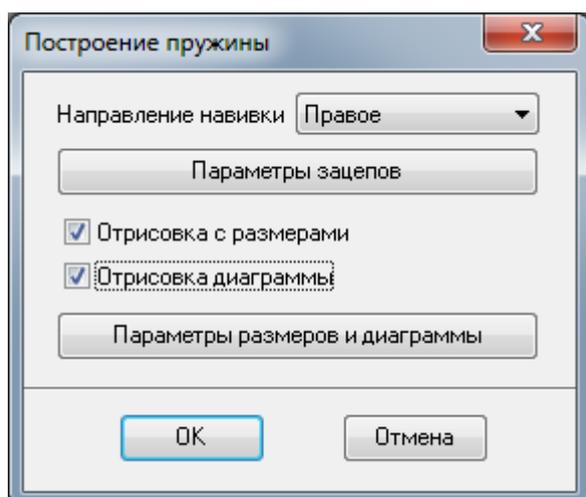
В форме «Построение без расчета - плоский чертеж», необходимо ввести следующие исходные данные:

- внешний диаметр пружины D1;
- диаметр проволоки d;
- зазор между витками пружины;
- число рабочих витков n;
- модуль упругости E;
- напряжение нормальное при изгибе;
- материал.

Для построения на чертеже диаграммы установите галочку напротив поля «Диаграмма» и введите следующие данные:

- момент силы при предварительной деформации M1;
- момент силы при рабочей деформации M2;
- момент силы при максимальной деформации M3;
- угол закручивания пружины при предварительной деформации $\varphi 1$;
- угол закручивания пружины при рабочей деформации $\varphi 2$;
- угол закручивания пружины при максимальной деформации $\varphi 3$.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «OK».



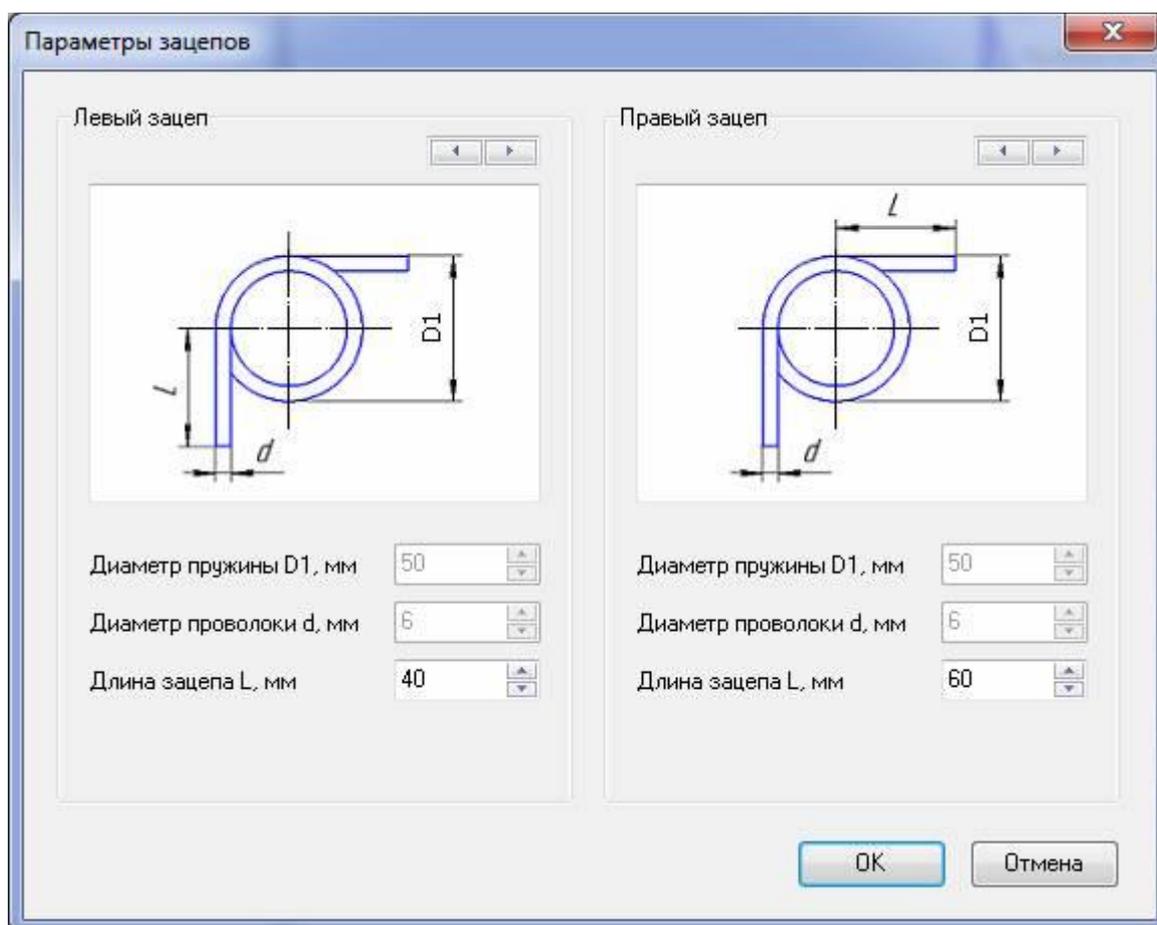
На форме «Построение пружины» вы можете задать направление навивки пружины, параметры зацепов, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.



Опция «Отрисовка диаграммы» становится активной, если на форме «Построение без расчета - плоский чертеж» была установлена галочка напротив поля «Диаграмма».

Параметры зацепов

На форме «Параметры зацепов» вы можете выбрать тип зацепов и задать размеры.



Выбор типа зацепа осуществляется с помощью кнопок прокрутки расположенных над изображением зацепа.

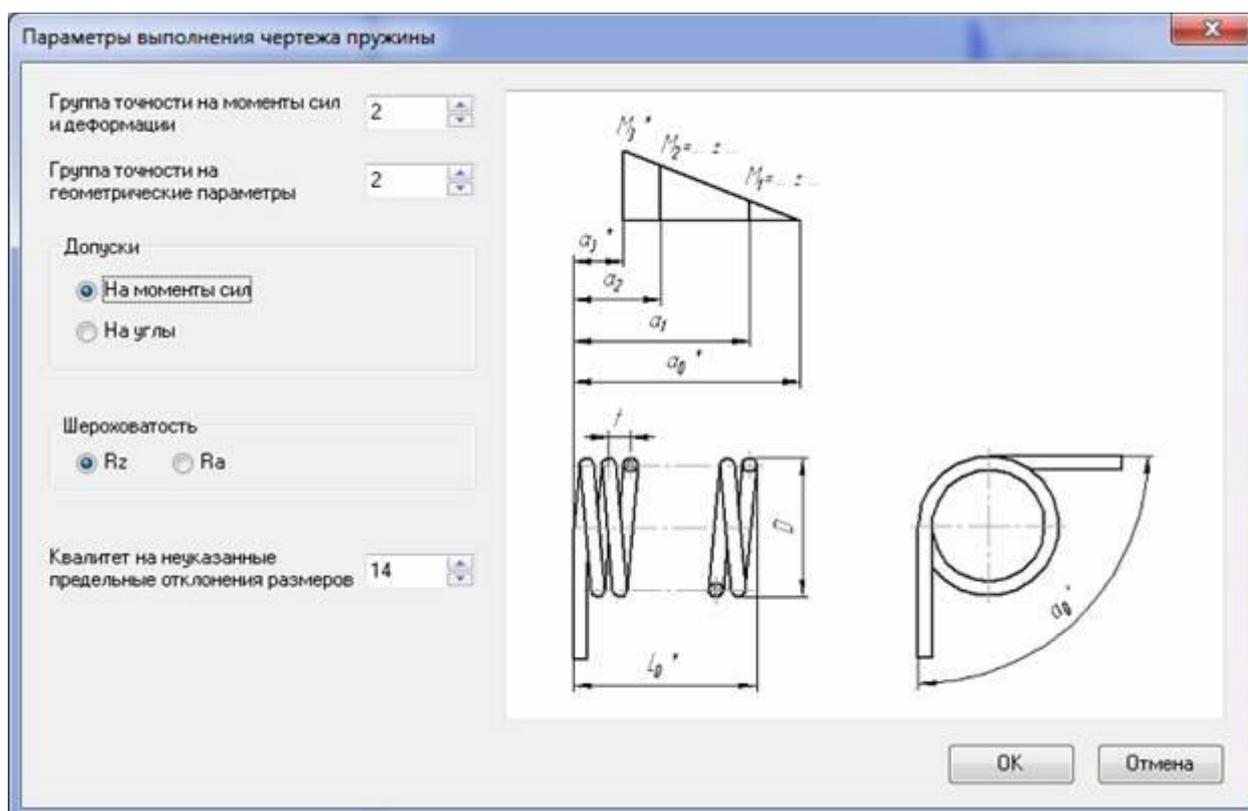
В зависимости от выбранного типа зацепа формируется список параметров.



Тип зацепов с левой и правой стороны одинаковый. Зацепы могут отличаться только размерами.

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



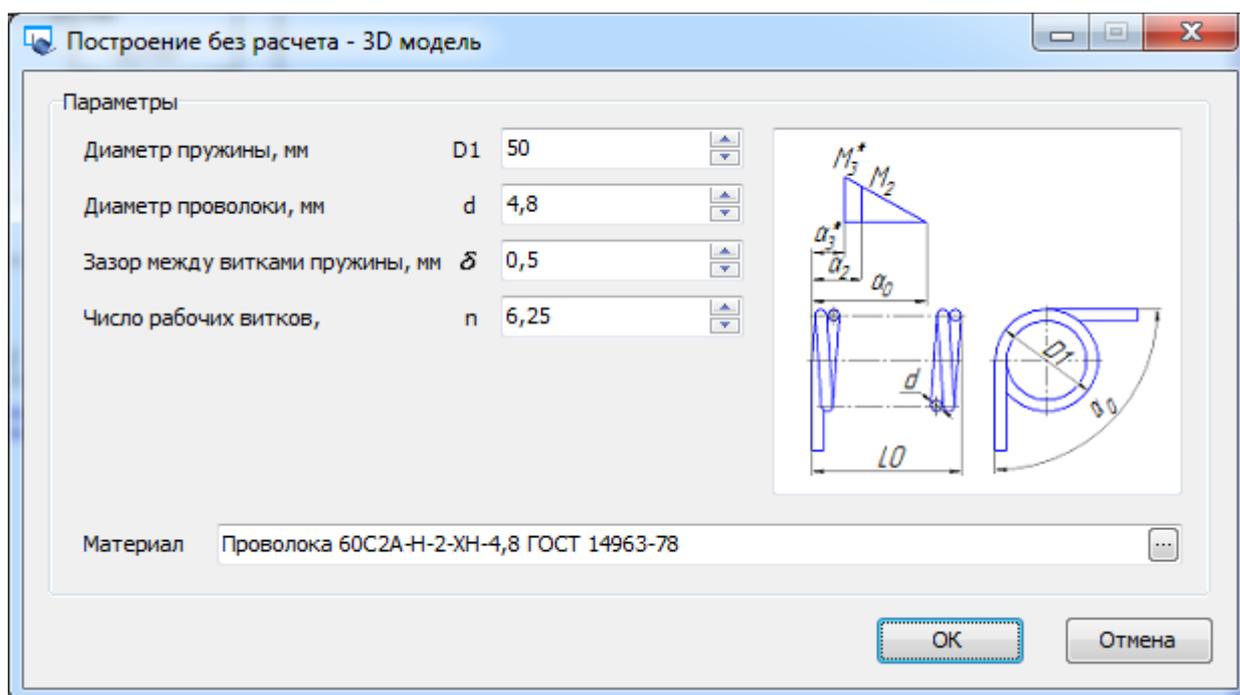
На данной форме вы можете задать группу точности на моменты сил и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz и задать квалитет на неуказанные предельные отклонения размеров (отображается в технических требованиях).



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

Трехмерная модель

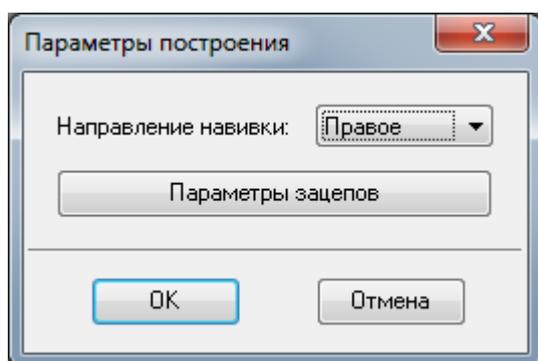
Для построения 3D модели пружины в главном меню формы «Проектирование пружин кручения» выберите «Построение без расчета --> Трехмерная модель».



В форме «Построение без расчета - 3D модель», необходимо ввести следующие исходные данные:

- внешний диаметр пружины $D1$;
- диаметр проволоки d ;
- зазор между витками пружины;
- число рабочих витков n ;
- материал.

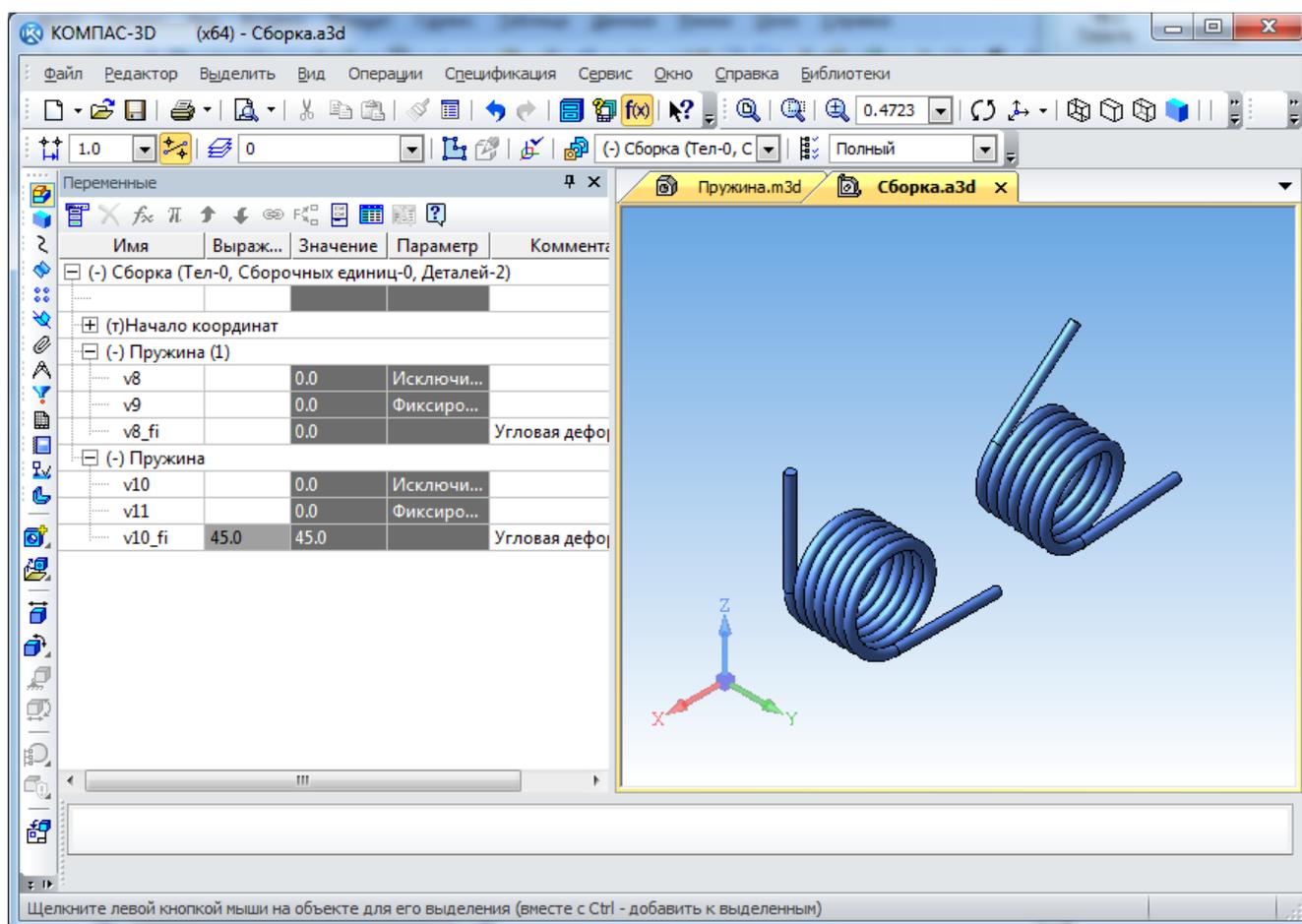
После ввода исходных данных нажмите кнопку «OK», после чего откроется окно «Параметры построения».



На форме «Параметры построения» вы можете выбрать направление навивки пружины и задать параметры зацепов.

После нажатия кнопки «OK» на форме «Параметры построения» произойдет построение параметрической модели.

После вставки пружины в сборку вы можете регулировать угол между зацепами пружины за счет изменения значения угловой деформации (внешняя переменная f_i).

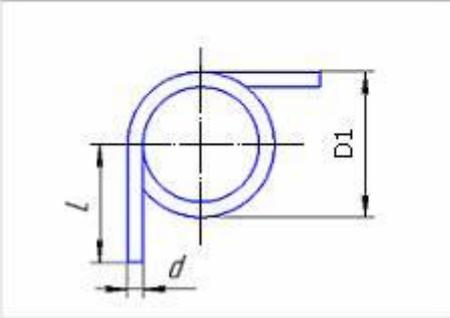


Параметры зацепов

На форме «Параметры зацепов» вы можете выбрать тип зацепов и задать размеры.

Параметры зацепов

Левый зацеп

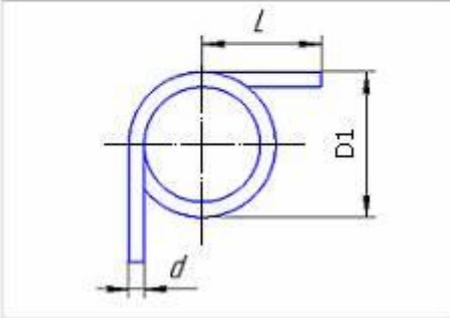


Диаметр пружины D1, мм: 50

Диаметр проволоки d, мм: 6

Длина зацепа L, мм: 40

Правый зацеп



Диаметр пружины D1, мм: 50

Диаметр проволоки d, мм: 6

Длина зацепа L, мм: 60

OK Отмена

Выбор типа зацепа осуществляется с помощью кнопок прокрутки расположенных над изображением зацепа.

В зависимости от выбранного типа зацепа формируется список параметров.



Тип зацепов с левой и правой стороны одинаковый. Зацепы могут отличаться только размерами.

Справочная информация

Группы точности на моменты сил или деформации

ОСТ 92-8847-77 устанавливает три группы точности пружин на контролируемые моменты сил или деформации.

Первая группа – пружины с предельными отклонениями моментов сил или деформаций $\pm 5\%$. Назначается для пружин I и II классов, изготавливаемых из проволоки диаметром 1,6 мм и более.

Вторая группа – пружины с предельными отклонениями контролируемых моментов сил или деформаций $\pm 10\%$. Назначается для пружин всех классов.

Третья группа – пружины с предельными отклонениями на контролируемые моменты сил или деформации $\pm 20\%$. Назначается для пружин I и II классов.

Группы точности на геометрические параметры

Установленным группам точности на контролируемые моменты сил или деформации соответствуют три группы точности на геометрические параметры.

Сочетание по одной и той же группе точности предельных отклонений на моменты сил или деформации с предельными отклонениями на геометрические параметры не является обязательным. При этом, если на моменты сил или деформации назначена первая группа точности, то предельные отклонения на геометрические параметры допускается назначать по второй группе точности; если на моменты сил или деформации назначена вторая группа точности, то предельные отклонения на геометрические параметры допускается назначать по третьей группе точности.

Допускается предельные отклонения на геометрические параметры назначать по более высоким группам точности, чем отвечающие назначенной группе точности по моментам сил или деформациям.

Предельные отклонения наружного диаметра пружин

Предельные отклонения на наружный диаметр D1 назначаются по таблице 2 ОСТ 92-8847-77.

Предельные отклонения наружного диаметра пружин D1			
Средний диаметр пружины D	Группа точности		
	1	2	3
До 5	± 0,1	± 0,3	± 0,6
Св. 5 до 12	± 0,3	± 0,6	± 1,2
Св. 12 до 25	± 0,4	± 0,8	± 1,6
Св. 25 до 40	± 0,6	± 1,2	± 2,4
Св. 40 до 55	± 0,8	± 1,6	± 3,2
Св. 55 до 80	± 1,1	± 2,2	± 4,4
Св. 80 до 110	± 1,5	± 3,0	± 6,0
Св. 110 до 150	± 2,2	± 4,4	± 8,8
Св. 150 до 200	± 2,7	± 5,4	± 11,0

Предельные отклонения углового расположения зацепов

Предельные отклонения углового расположения зацепов пружин кручения в свободном состоянии определяется по формуле:

$$\Delta\alpha_0 = \left(\frac{\Delta\alpha_0}{n}\right) n$$

Предельное отклонение углового расположения зацепов на один рабочий виток

$$\pm \frac{\Delta\alpha_0}{n}$$

n выбирается по таблице 5 ОСТ 92-8847-77.

Индекс пружины $i = \frac{D}{d}$	Предельные отклонения углового расположения зацепов пружин кручения в свободном состоянии на один виток $\pm \frac{\Delta\alpha_0}{n}$				
	Диаметр проволоки d, мм				
	0,2 – 0,3	0,32 – 1,00	1,1 – 2,8	3 - 6	7 – 14
До 5	1,3	1,3	1,2	0,8	1,1
Св. 5,0 до 6,3	1,8	1,7	1,5	1,1	1,4
Св. 6,3 до 8,0	2,3	2,2	2,0	1,4	1,9
Св. 8,0 до 10,0	3,0	2,9	2,6	1,8	2,3
Св. 10,0	3,6	3,5	3,2	2,2	2,9

В тех случаях, когда у пружины контролируются две нагрузки (M1 и M2), то угол между зацепами пружины в свободном состоянии является справочным размером и контролю не подлежит.

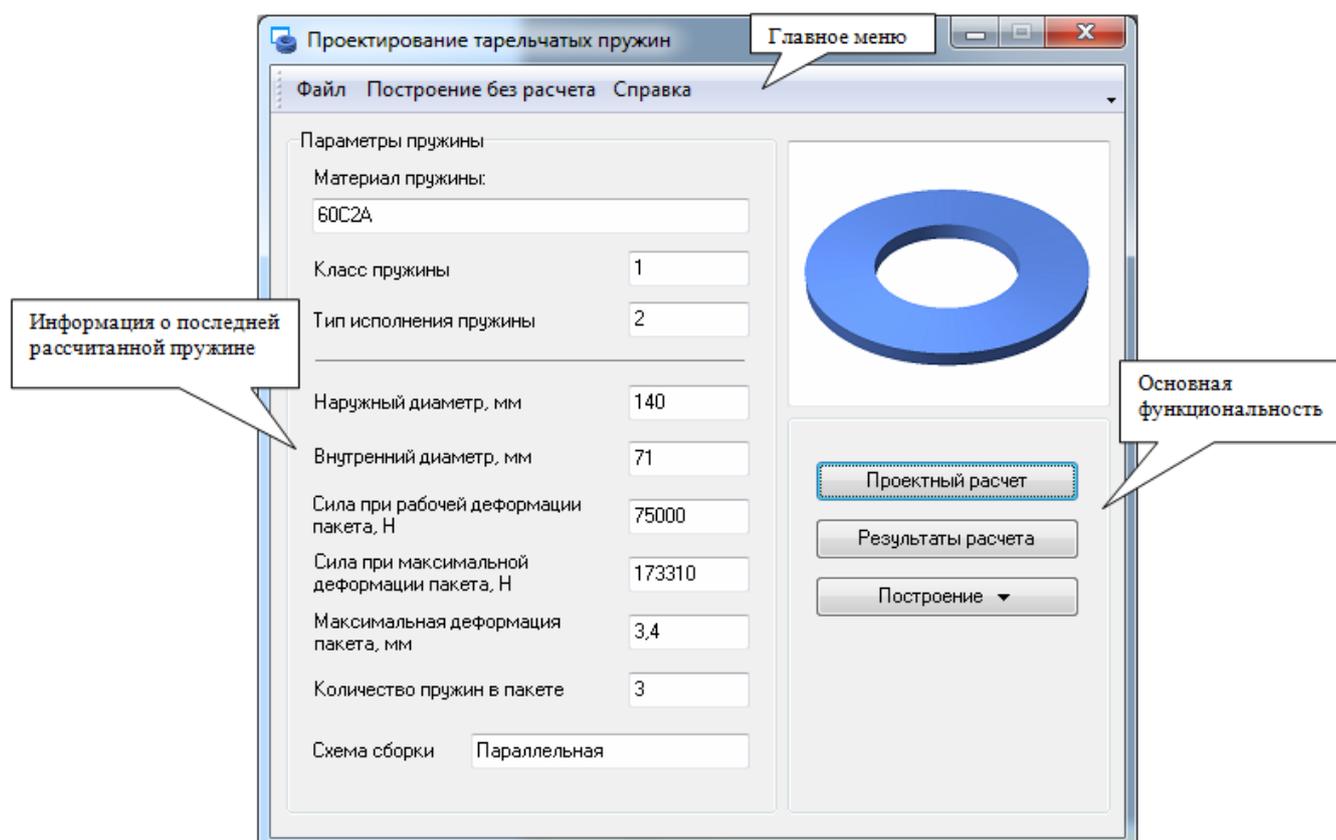
Тарельчатые пружины



Проектирование тарельчатых пружин

Модуль «Проектирование тарельчатых пружин» позволяет провести проектный расчет тарельчатой пружины (пакета пружин) и осуществить построение рассчитанной пружины (пакета пружин).

Запуск модуля осуществляется выбором в менеджере библиотек пункта «Механика: Пружины → Пружины тарельчатые».



Функционально окно «Проектирование тарельчатых пружин» разбито на три части.

В верхней части окна располагается главное меню.

В левой стороне отображается информация о последней рассчитанной пружине.

В правой стороне окна расположены кнопки, с помощью которых возможно провести проектный расчет, просмотреть результаты расчета, осуществить 2D и 3D построение спроектированной пружины (пакета пружин).

Проектный расчет тарельчатых пружин

Целью проектного расчета является определение геометрических параметров пружины, соответствующих заданным нагрузкам и условиям работы. Подбор тарельчатых пружин осуществляется по ГОСТ 3057 – 90.

Исходные данные

Для запуска формы проектного расчета нажмите на главной форме кнопку «Проектный расчет».

Проектный расчет тарельчатых пружин

Анализировать схемы сборки

F
 F_3
 s_3
 l_0

Одиночная

F_n
 F_n
 $F_{n3} = F_3$
 $s_{n3} = n s_3$
 $L_0 = l_0 n$

Последовательная

F_n
 $F_{n3} = K F_3 n_1$
 $s_{n3} = s_3$
 $L_0 = l_0 + (n_1 - 1)t$

Параллельная

Класс пружины: 1

Тип исполнения пружины: 1

Материал пружины: 60С2А

Сила пружины при рабочей деформации F2, Н: 7000

Учитывать рабочий ход пружины (пакета) в расчете

Рабочий ход, мм: 4

Рассчитать Отмена

В форме проектного расчета необходимо задать следующие исходные данные:

- схемы сборки пакета пружин, которые будут участвовать в расчете;
- класс пружины;
- тип исполнения пружины;
- материал;
- силу пружины при рабочей деформации F2;
- рабочий ход пружины (пакета);

В том случае, когда на рабочий ход пружины не накладывается ограничение, необходимо убрать галочку напротив опции "Учитывать рабочий ход пружины (пакета) в расчете".



Для последовательной сборки пакета задание рабочего хода обязательно.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «Расчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».

Результаты расчета

Расчет | Дополнительно

Схема сборки ▾

Количество пружин	Номер пружины	Максимальная сила F3, Н	Деформация Δz , мм	Наружный диаметр D1, мм	Внутренний диаметр D2, мм	Толщина пружины t, мм	Высота пружины lo, мм	Масса, кг
[-] Схема сборки : Последовательная (28)								
4	104	8000	3,20	90,0	46,0	2,50	5,70	0,0922
5	109	9000	3,50	90,0	40,0	2,50	6,00	0,1001
5	110	9000	3,50	100,0	51,0	2,70	6,20	0,1232
5	113	10000	2,45	80,0	31,5	2,80	5,25	0,0933
10	114	11200	1,05	45,0	25,0	2,50	3,55	0,0216
7	116	11200	1,80	71,0	28,0	3,00	4,80	0,0787
10	117	11200	4,00	110,0	50,0	3,00	7,00	0,1774
15	118	12500	0,80	40,0	25,0	2,50	3,30	0,0150
11	119	12500	1,10	45,0	28,0	2,40	3,50	0,0183
12	120	12500	1,10	50,0	25,0	2,80	3,90	0,0323
10	121	12500	1,35	56,0	28,0	2,80	4,15	0,0406
8	122	12500	2,10	80,0	45,0	3,00	5,10	0,0809
15	123	14000	1,00	45,0	28,0	2,60	3,60	0,0199
13	124	14000	1,10	50,0	28,0	2,80	3,90	0,0296
12	125	14000	1,40	56,0	31,5	2,80	4,20	0,0370

На форме «Результаты расчета» представлены варианты расчета пружин.

Выделив интересующий вариант расчета, вы можете просмотреть подробную информацию о предлагаемом варианте, нажав кнопку «Подробнее».

Для сохранения результатов расчета предназначена кнопка «Сохранить». Загрузить данные ранее рассчитанной пружины можно с помощью пункта главного меню формы «Проектирование тарельчатых пружин».

После выбора наиболее подходящего варианта пружины необходимо нажать кнопку «OK».

На вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

Расчет Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	4254	
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	7000	
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	9000	
Предварительная деформация пружины, мм	s1	0,745	
Рабочая деформация пружины, мм	s2	1,545	
Максимальная деформация пружины, мм	s3	3,5	
Рабочий ход пружины, мм	h	0,8	
Высота одной пружины, мм	L0	6,2	
 Количество пружин	n	5	
Сила при предварительной деформации			
Сила при рабочей деформации			
Сила при максимальной деформации			
Предварительная деформация пакета, мм			
Рабочая деформация пакета, мм			
Максимальная деформация пакета, мм	S3п	17,5	
Рабочий ход пакета, мм	Hп	4	
Высота пакета в свободном состоянии, мм	L0п	31	

Сохранить

Отменить

5 27 10

Применить Отменить

После того, как скорректируете параметры нажмите кнопку «Сохранить».

Подробная информация о варианте расчета

Для просмотра более детальной информации о предлагаемом варианте расчета, выделите вариант расчета и нажмите кнопку «Подробно».

Предварительный просмотр

75%

Заккрыть

Расчет тарельчатых пружин	
Наименование параметра	Значение (свойство)
Класс пружины	---
Тип исполнения пружины	---
Материал пружины	---
Модуль упругости, МПа	E
Плотность материала, кг/м ³	p
Схема сборки	---
Номер пружины по ГОСТ 3057-90	N#
Наружный диаметр пружины, мм	D1
Внутренний диаметр пружины, мм	D2
Толщина пружины, мм	t
Высота пружины, мм	h
Ширина опорной плоскости, мм	b
Жесткость пружины, Н/мм	c
Напряжение сжатия в кромке I, МПа	σ1
Напряжение растяжения в кромке II, МПа	σ2
Напряжение растяжения в кромке III, МПа	σ3
Масса пружины, кг	m
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3
Предварительная деформация пружины, мм	s1
Рабочая деформация пружины, мм	s2

Страница 1 из 1

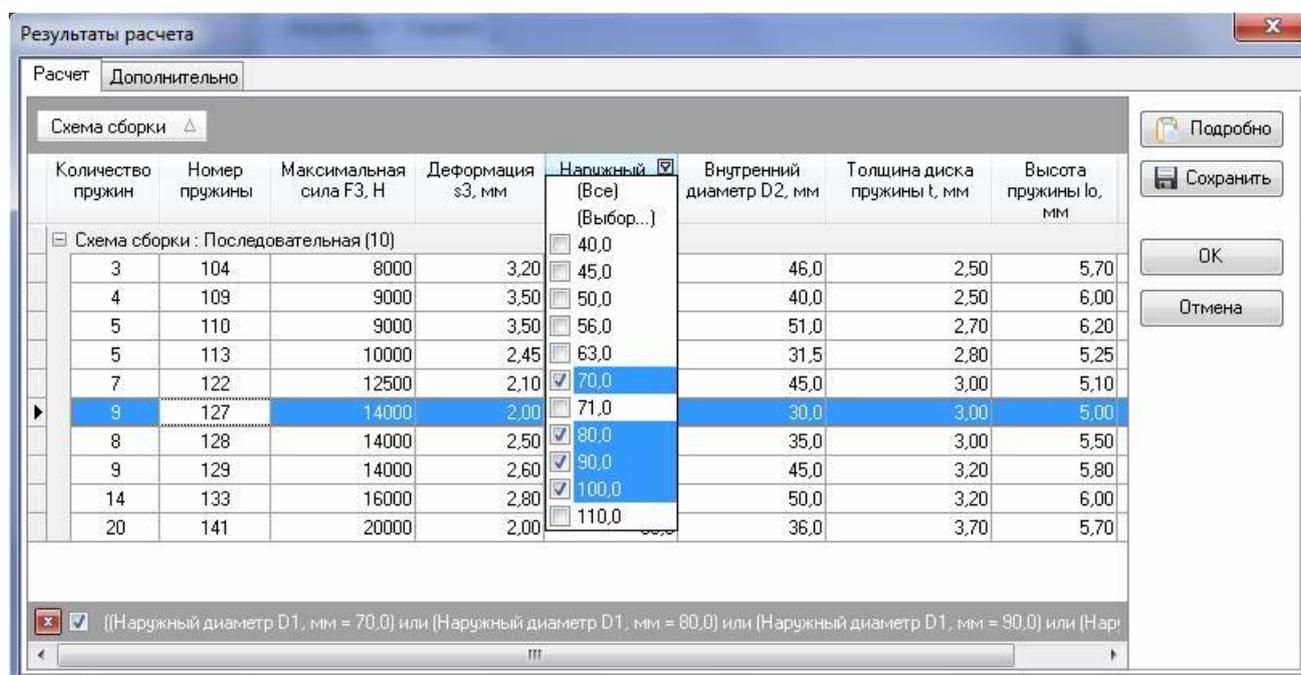
Сортировка результатов расчета

Вы можете отсортировать полученные данные по одному или нескольким полям.

Для того, чтобы отсортировать данные по одному полю, необходимо щелкнуть мышкой на заголовке сортируемого поля. Для сортировки по нескольким полям данных, необходимо, удерживая клавишу Shift, щелкнуть мышкой заголовки тех полей данных, по которым будет осуществляться сортировка.

Фильтр

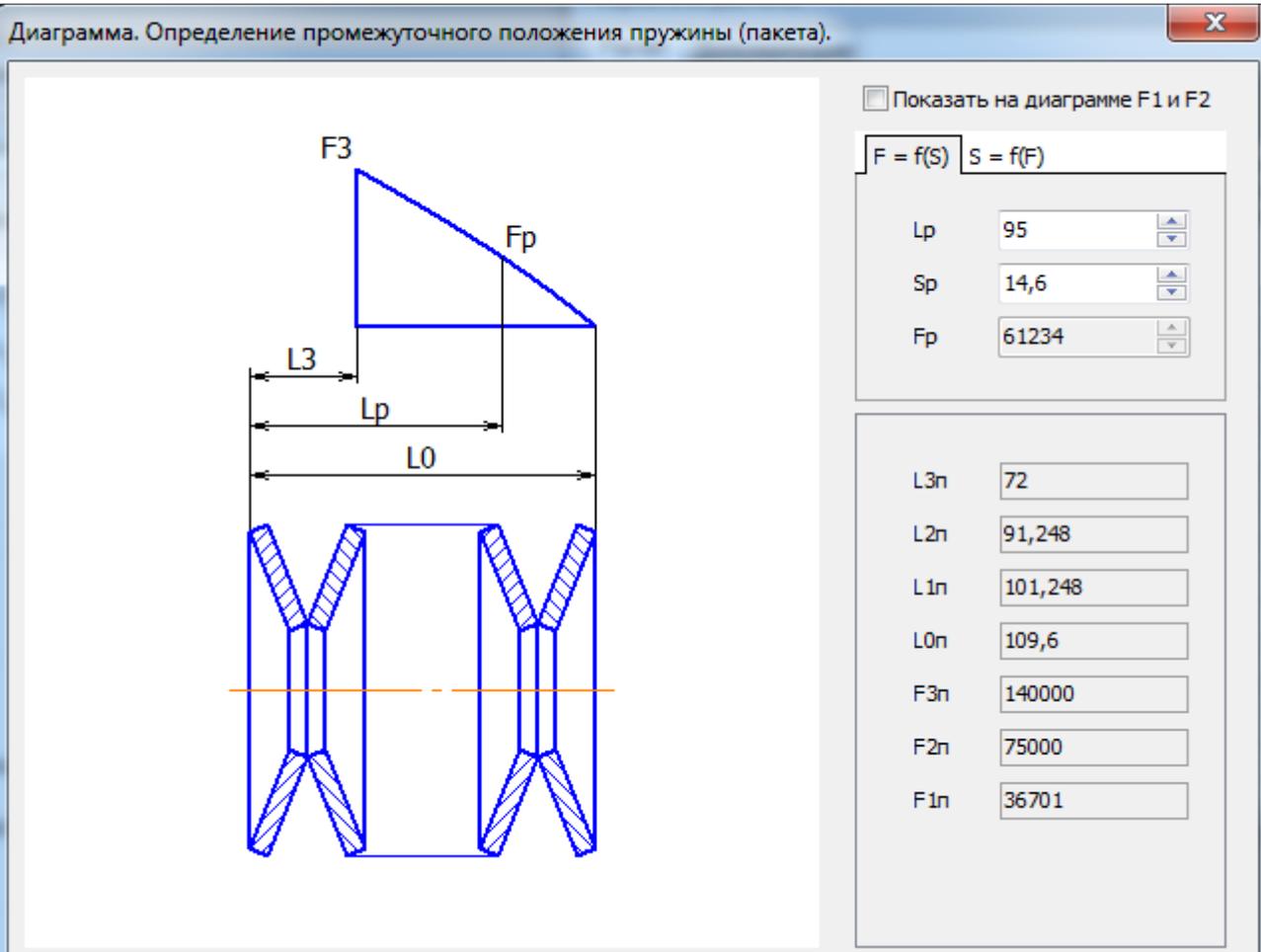
Для задания фильтра необходимо щелкнуть на значке, появляющемся в правом верхнем углу заголовка поля данных, и в открывшемся списке проставить галочки напротив тех значений, которые должны входить в фильтр.



Определение промежуточного положения пружины

Для определения промежуточного положения пружины нажмите на кнопку "Диаграмма" на форме "Результаты расчета".

Диаграмма. Определение промежуточного положения пружины (пакета).



The diagram shows a spring with a force-length relationship. The force F is plotted against the length L . The initial length is L_0 , and the initial force is F_0 . The force at the intermediate position is F_p , and the length at that position is L_p . The force at the final position is F_3 , and the length at that position is L_3 . The spring is shown in a cross-section view below the diagram.

Control Panel:

Показать на диаграмме F1 и F2

$F = f(S)$ $S = f(F)$

L_p : 95
 S_p : 14,6
 F_p : 61234

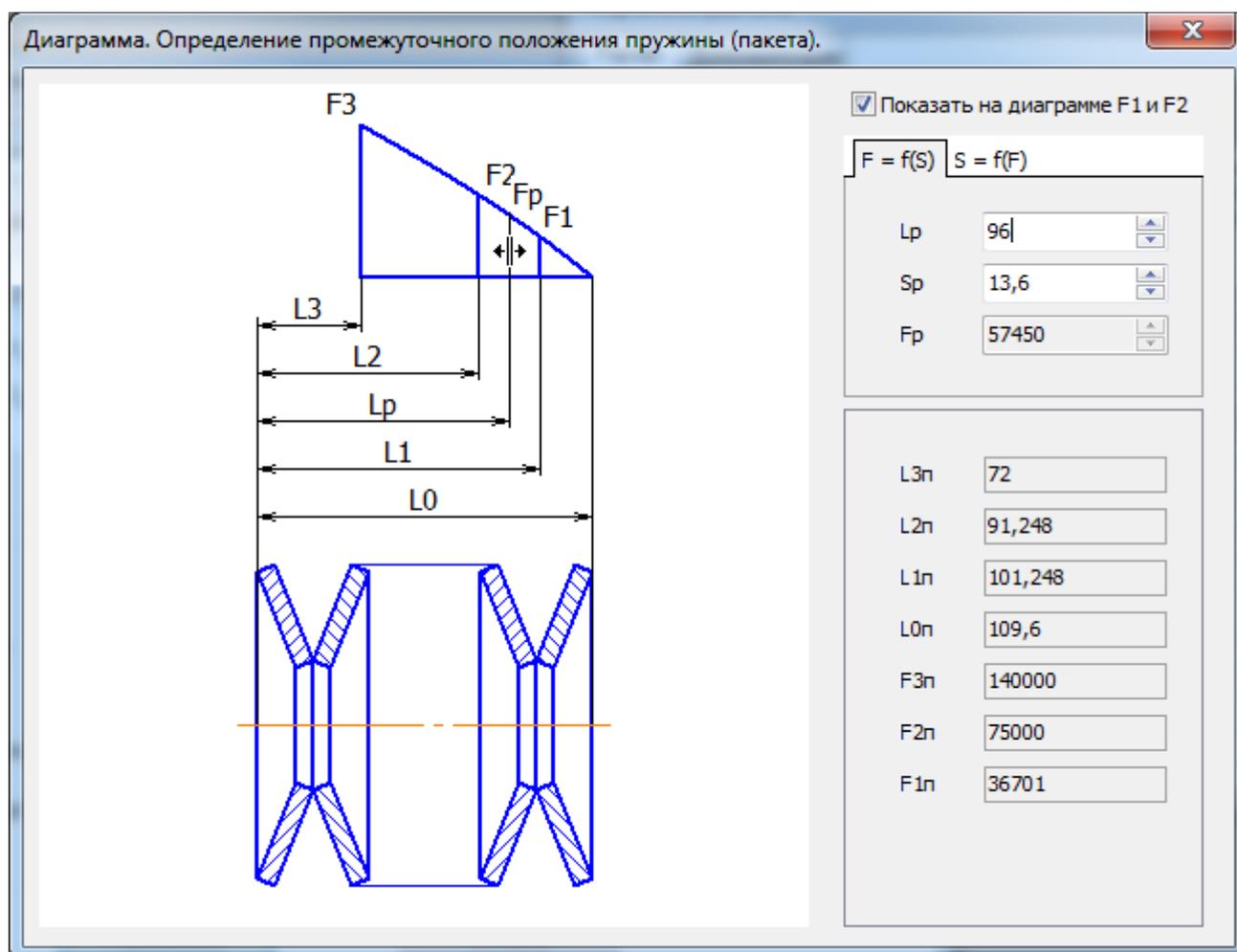
L_{3n} : 72
 L_{2n} : 91,248
 L_{1n} : 101,248
 L_{0n} : 109,6
 F_{3n} : 140000
 F_{2n} : 75000
 F_{1n} : 36701

В том случае, когда требуется определить силу, которую необходимо приложить к пружине, чтобы получить заданную деформацию или длину, выберите вкладку $F=f(S)$. После ввода значения L_p (длина пружины) или S_p (деформация) будет рассчитано значение силы F_p . Для определения деформации под действием заданной нагрузки необходимо выбрать вкладку $S=f(F)$. После ввода значения силы (F_p) будут рассчитаны значения L_p (длина пружины) и S_p (деформация).

Для того, чтобы отобразить на диаграмме значение сил F_1 (сила при предварительной деформации) и F_2 (сила при рабочей деформации) выберите опцию "Показать на диаграмме F_1 и F_2 ".

Параметры, необходимые для определения промежуточного состояния пружины, могут быть заданы путем ввода значений в соответствующие поля на вкладках $F=f(S)$ или $S=f(F)$, а также графически.

При графическом способе определения параметров, наведите указатель мыши на линию, отображающую значение F_p на диаграмме, в результате произойдет изменение курсора как показано на рисунке. Удерживая левую кнопку мыши перетащите линию определяющую F_p до нужного положения.



Сохранение результатов расчета

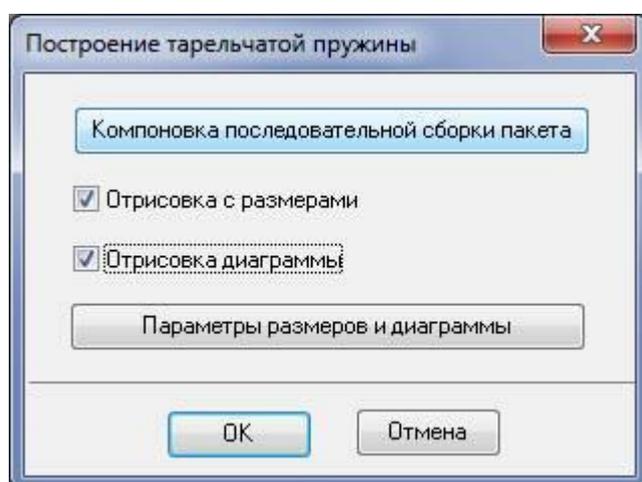
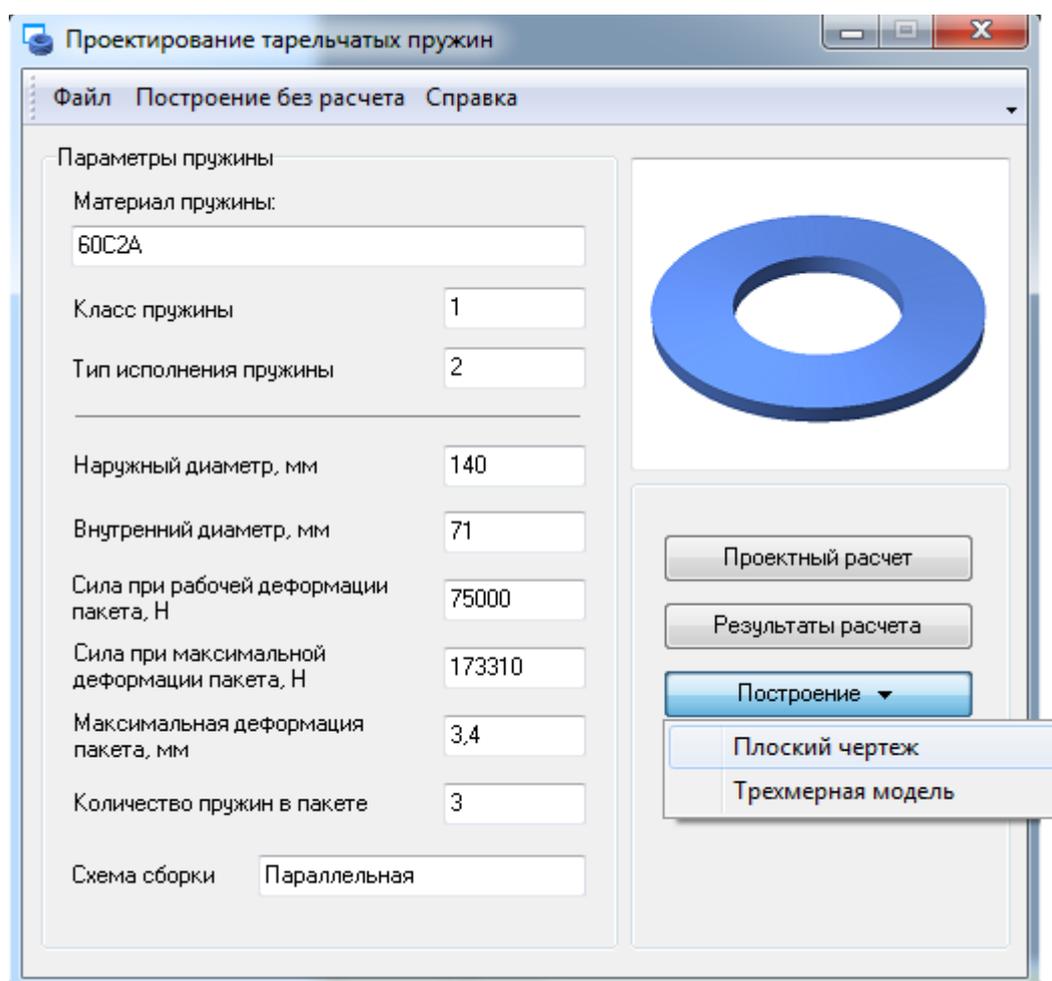
Для сохранения результатов расчета необходимо нажать на кнопку «Сохранить» на форме «Результаты расчета». Сохраненные данные можно будет в дальнейшем загрузить через команду главного меню «Загрузить сохраненный расчет» формы «Проектирование тарельчатых пружин».

Построение тарельчатых пружин

По расчетным данным

Плоский чертеж

Для построения чертежа пружины щелкните на кнопку «Построение». В открывшемся меню выберите «Плоский чертеж», после чего откроется форма «Построение тарельчатой пружины».



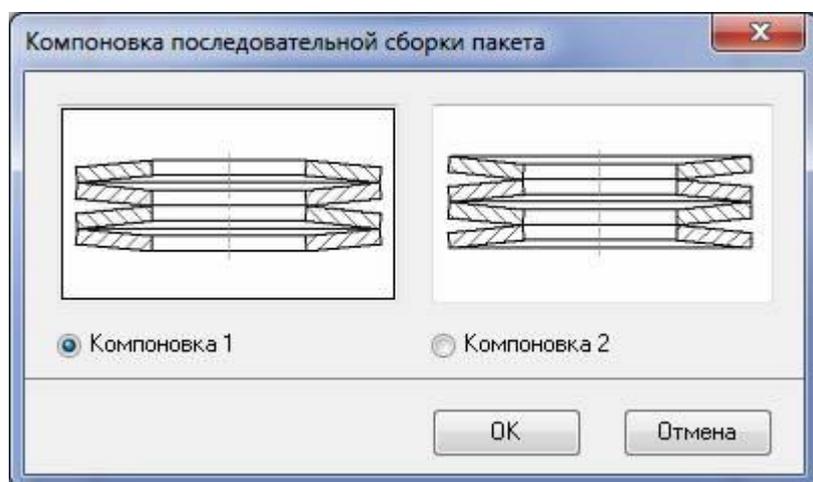
На форме «Построение тарельчатой пружины» вы можете задать компоновку последовательной сборки пакета, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.



Кнопка «Компоновка последовательной сборки пакета» активна, если в результате расчета была выбрана последовательная сборка пакета.

Компоновка последовательной сборки пакета

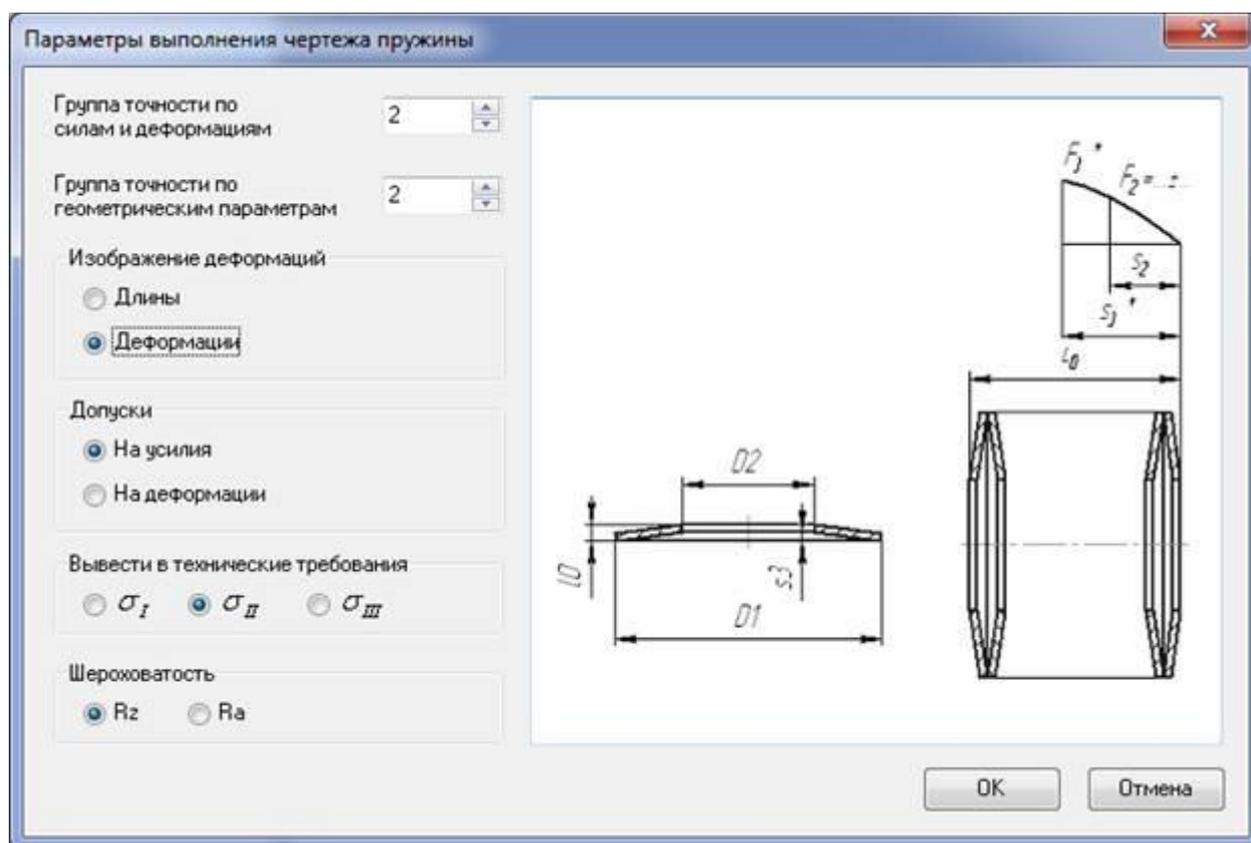
При щелчке на кнопку «Компоновка последовательной сборки пакета» формы «Построение тарельчатой пружины», откроется форма «Компоновка последовательной сборки пакета».



Выбор требуемой компоновки осуществляется щелчком мыши на соответствующем изображении или выбором нужного переключателя.

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



На данной форме вы можете задать группу точности на силы и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать способ изображения деформаций, выбрать вариант назначения допусков, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz.

Вы можете выбрать определяющее напряжение, которое будет выводиться в технические требования. Автоматически предлагается напряжение в кромке для пружины, испытывающей циклическое

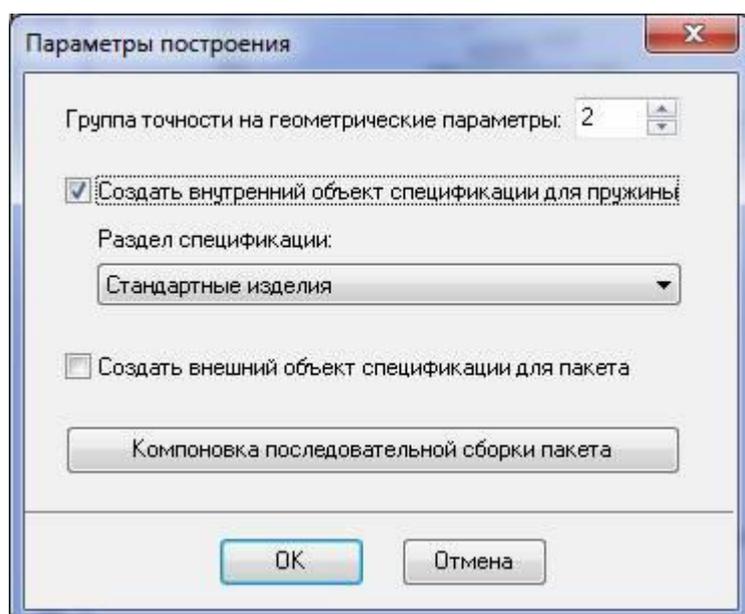
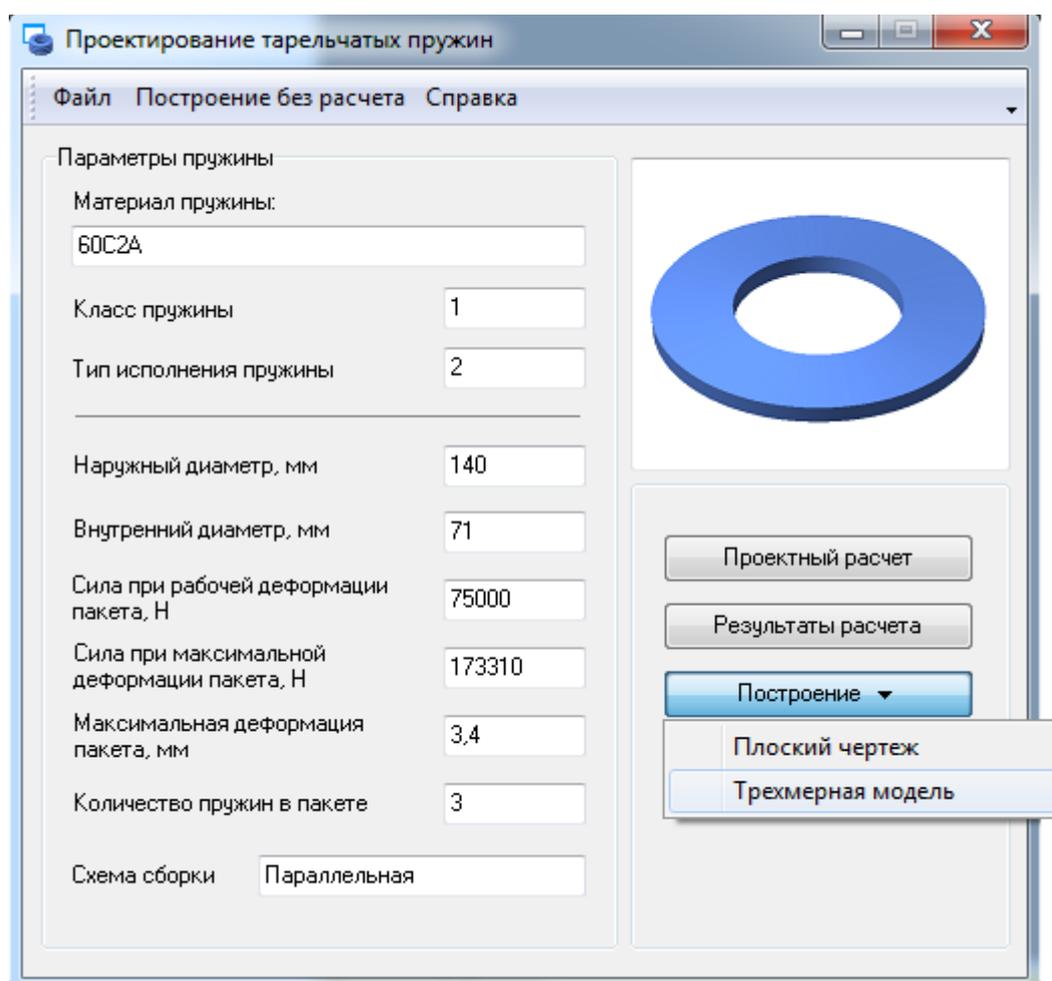
нагружение в зависимости от соотношения параметров $\frac{D_1}{D_2}$ и $\frac{s_3}{t}$, в том случае, если выбран второй класс пружины (вид нагружения может быть как статическим, так и циклическим), можно выбрать определяющее напряжение, соответствующее статическому виду нагружения.



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

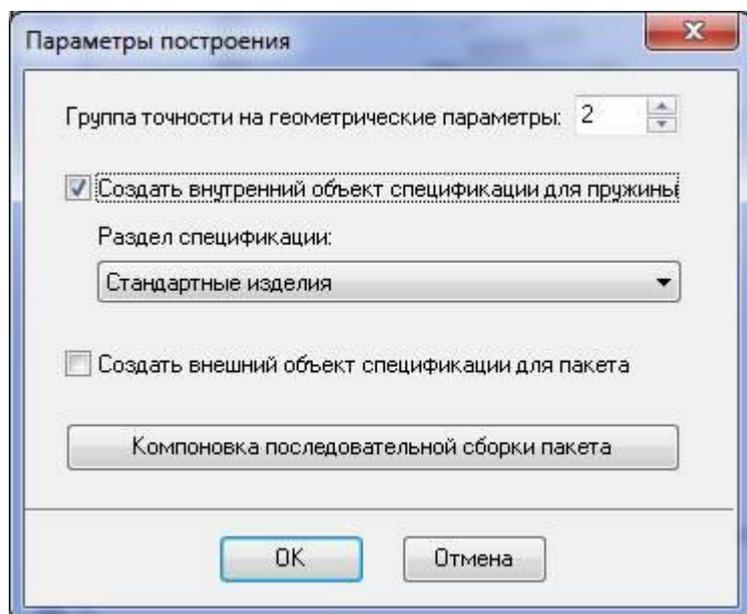
Трёхмерная модель

Для построения трёхмерной модели пружины щелкните на кнопку «Построение». В открывшемся меню выберите «Трёхмерная модель», после чего откроется форма «Параметры построения».



Параметры построения

На форме «Параметры построения» вы можете задать группу точности на геометрические параметры, выбрать создание объектов спецификации и задать компоновку последовательной сборки пакета.



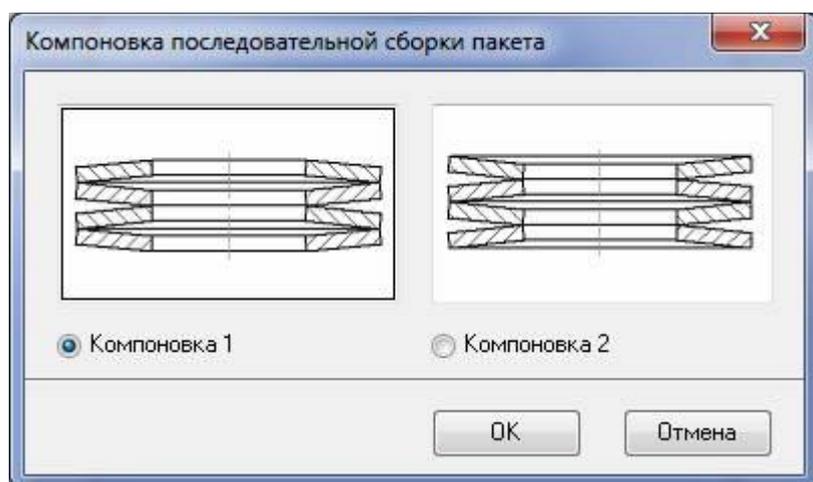
Значение группы точности на геометрические параметры используется в обозначение объекта спецификации, когда выбран раздел спецификации «Стандартные изделия».

Внутренний объект спецификации относится к тарельчатой пружине, внешний – к пакету пружин. Если вместо пакета пружин используется одиночная пружина, опция «Создать внешний объект спецификации для пакета» становится недоступной.

Для внутреннего объекта спецификации можно выбрать раздел спецификации. Если тарельчатые пружины, используемые в узле, являются «покупными», то необходимо выбирать раздел спецификации «Стандартные изделия», если тарельчатые пружины изготавливаются по документации предприятия, то возможно отнести тарельчатые пружины в раздел спецификации «Детали».

Компоновка последовательной сборки пакета

При щелчке на кнопку «Компоновка последовательной сборки пакета» формы «Параметры построения», откроется форма «Компоновка последовательной сборки пакета».



Выбор требуемой компоновки осуществляется щелчком мыши на соответствующем изображении или выбором нужного переключателя.

Построение

После нажатия кнопки «ОК» на форме «Параметры построения» произойдет построение полностью параметрической модели.

Использование полностью параметрической модели предоставляет возможность, находясь в сборке, подобрать конструктивные параметры пружины, исходя из ограничений проектируемого узла.

Управление параметрами уже построенной модели осуществляется в окне «Переменные».

Для тарельчатой пружины:

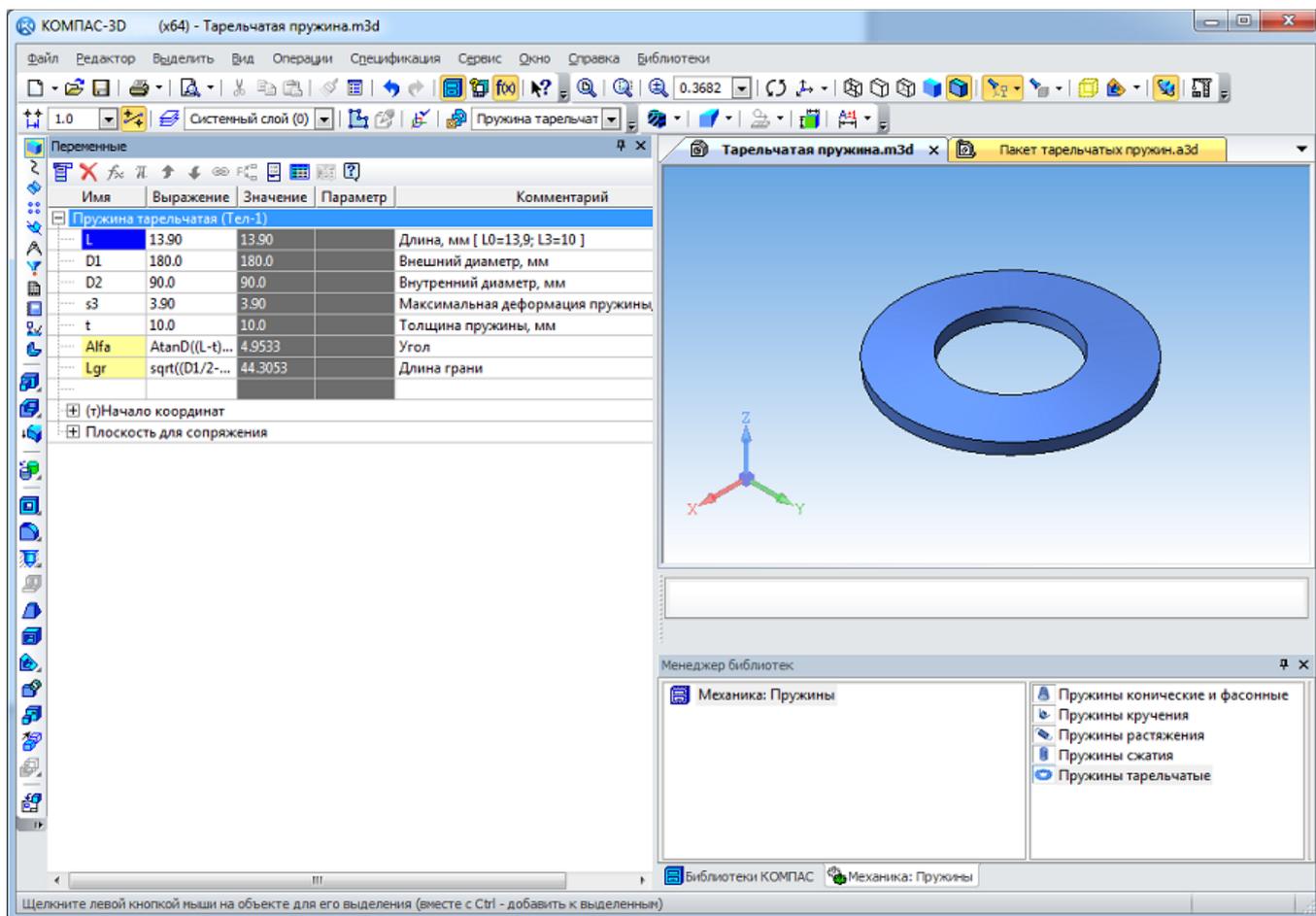
- L - длина;
- D1 - внешний диаметр;
- D2 - внутренний диаметр;
- s3 - максимальная деформация пружины;
- t - толщина пружины.

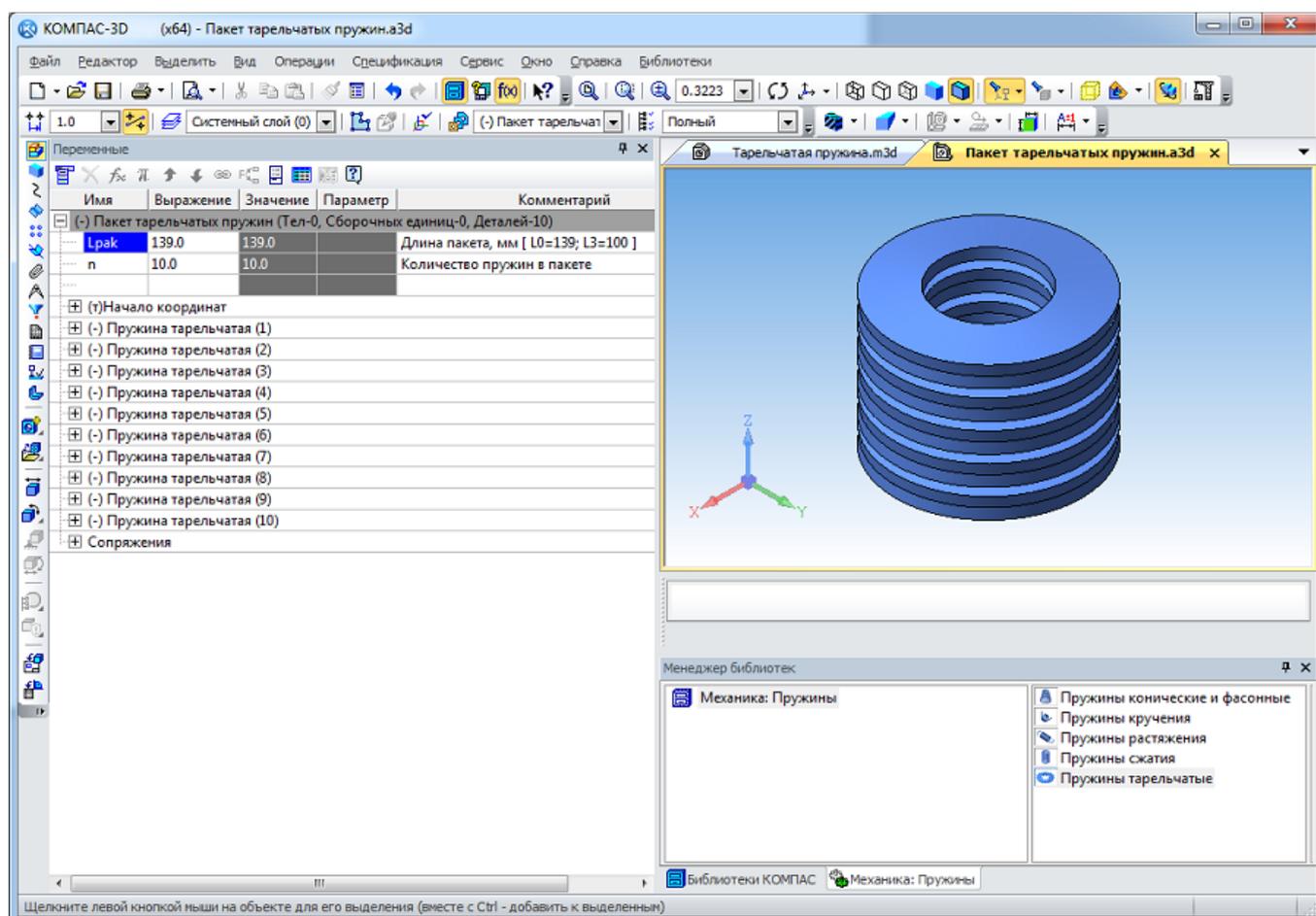
Для пакета пружин:

- L_{пак} - длина пакета;
- n – количество пружин в пакете.



Изменение значения переменной n не приведет к изменению количества тарелок в пакете, данный параметр используется для определения высоты одной тарелки, входящей в пакет пружин.





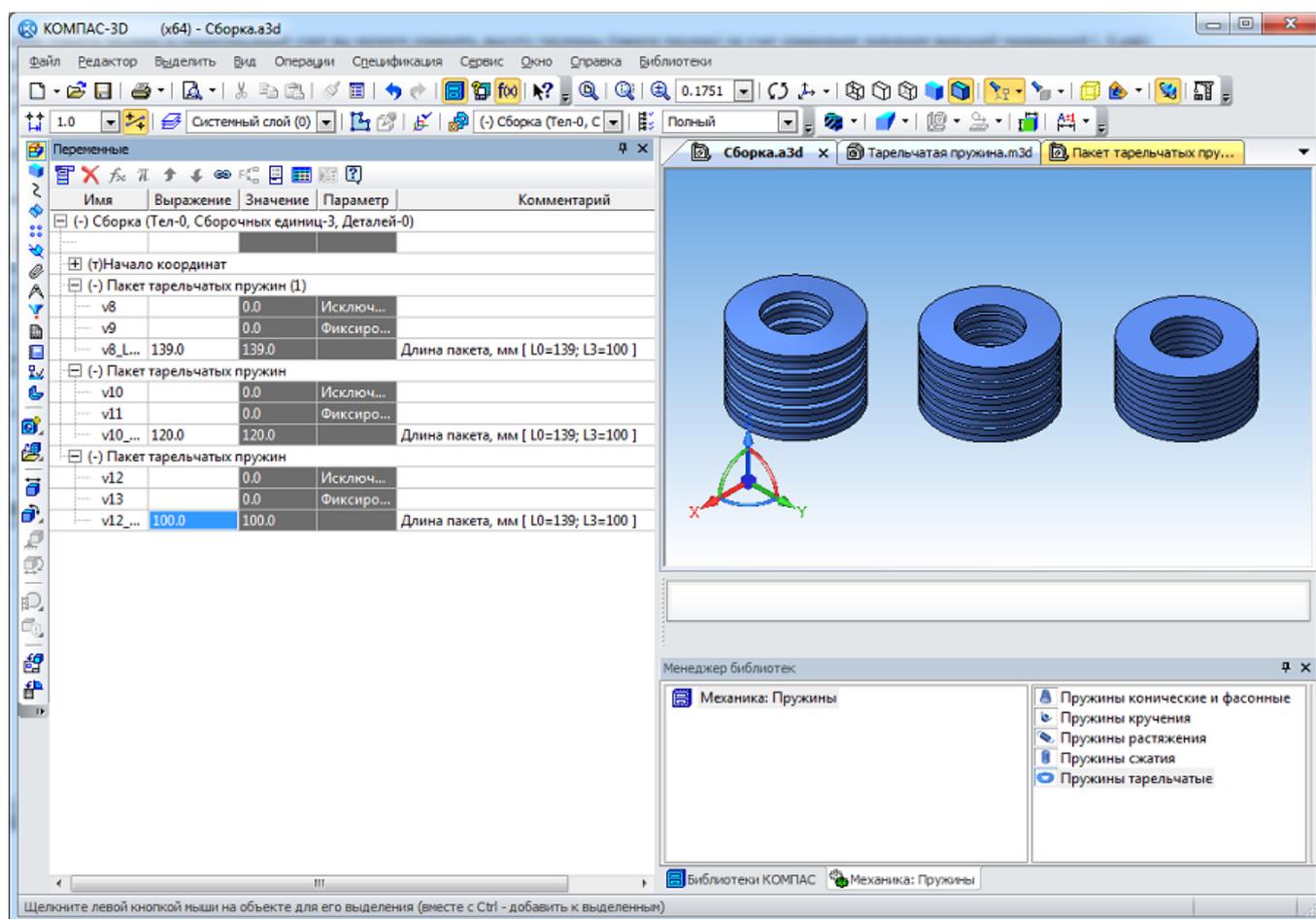
После вставки пружины (пакета пружин) в проектируемый узел вы можете изменять высоту пружины (пакета пружин) за счет изменения значения внешней переменной L (Lpak).

В поле «Комментарий» окна управления переменными в квадратных скобках указаны значения:

- L0 – высота пружины в свободном состоянии;
- L3 – высота пружины при максимальной деформации.

Для подбора конструктивных параметров пружины при эскизном моделировании, вы можете сделать требуемые параметры внешними переменными, и управлять их значениями, не входя в режим редактирования 3D модели пружины.

Использование переменных в 3D модели позволяет одну и ту же модель пружины по-разному деформировать в сборке.



Без расчета

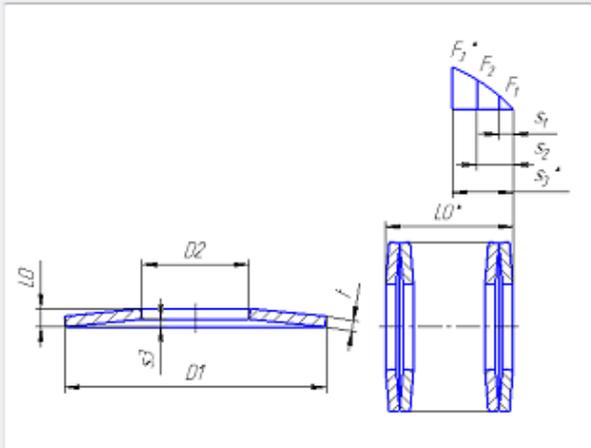
Плоский чертеж

Для построения чертежа пружины в главном меню формы «Проектирование тарельчатых пружин» выберите «Построение без расчета --> Плоский чертеж».

Построение без расчета - плоский чертеж

Параметры

Класс пружины	1
Тип исполнения пружины	1
Схема сборки	Последовательная
Количество пружин в пакете	10
Наружный диаметр, мм	D1 200
Внутренний диаметр, мм	D2 100
Длина одной пружины в свободном состоянии, мм	L0 14,9
Толщина пружины, мм	t 10
Максимальная деформация одной пружины, мм	s3 5
Ширина опорной плоскости, мм	b 0
Напряжение в кромке, МПа	σ 667
Масса, кг	m 1,849



Диаграмма

Сила пружины (пакета) при предварительной деформации, Н	Fn1 40314
Сила пружины (пакета) при рабочей деформации, Н	Fn2 75000
Сила пружины (пакета) при максимальной деформации, Н	Fn3 160000
Предварительная деформация пружины (пакета), мм	Sn1 10,42
Рабочая деформация пружины (пакета), мм	Sn2 20,42
Максимальная деформация пружины (пакета), мм	Sn3 50

Материал

OK Отмена

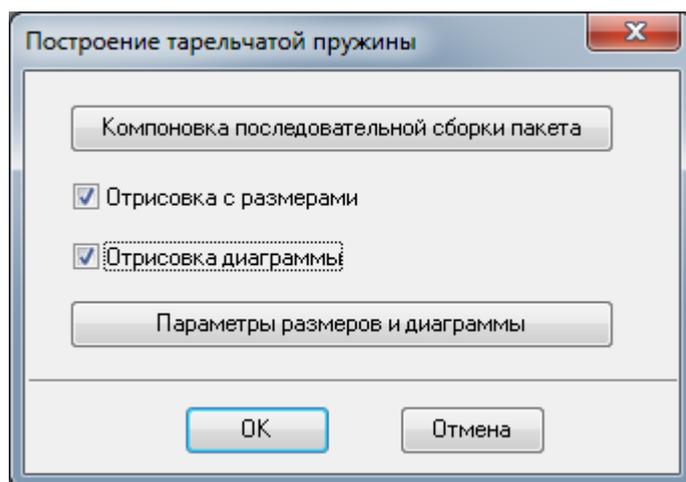
В форме «Построение без расчета - плоский чертеж», необходимо ввести следующие исходные данные:

- класс пружины;
- тип исполнения пружины;
- схему сборки;
- количество пружин в пакете;
- наружный диаметр D1;
- внутренний диаметр D2;
- длину одной пружины в свободном состоянии L0;
- толщину пружины t;
- максимальную деформацию одной пружины s3;
- ширину опорной плоскости b (если выбран тип исполнения пружины 2 или 4);
- напряжение в кромке;
- массу пружины;
- материал.

Для построения на чертеже диаграммы установите галочку напротив поля «Диаграмма» и введите следующие данные:

- силу пружины (пакета) при предварительной деформации $F_{п1}$;
- силу пружины (пакета) при рабочей деформации $F_{п2}$;
- силу пружины (пакета) при максимальной деформации $F_{п3}$;
- предварительную деформацию пружины (пакета) $S_{п1}$;
- рабочую деформацию пружины (пакета) $S_{п2}$;
- максимальную деформацию пружины (пакета) $S_{п3}$.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «ОК».



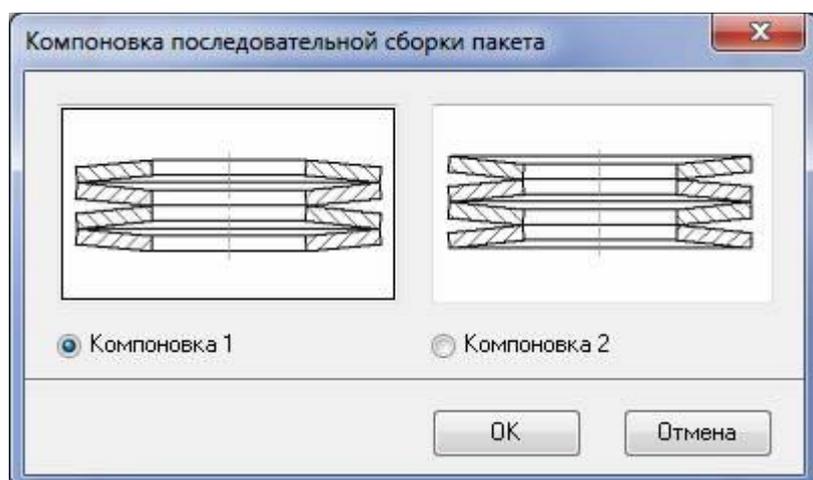
На форме «Построение тарельчатой пружины» вы можете задать компоновку последовательной сборки пакета, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.



Опция «Отрисовка диаграммы» становится активной, если на форме «Построение без расчета - плоский чертеж» была установлена галочка напротив поля «Диаграмма».

Компоновка последовательной сборки пакета

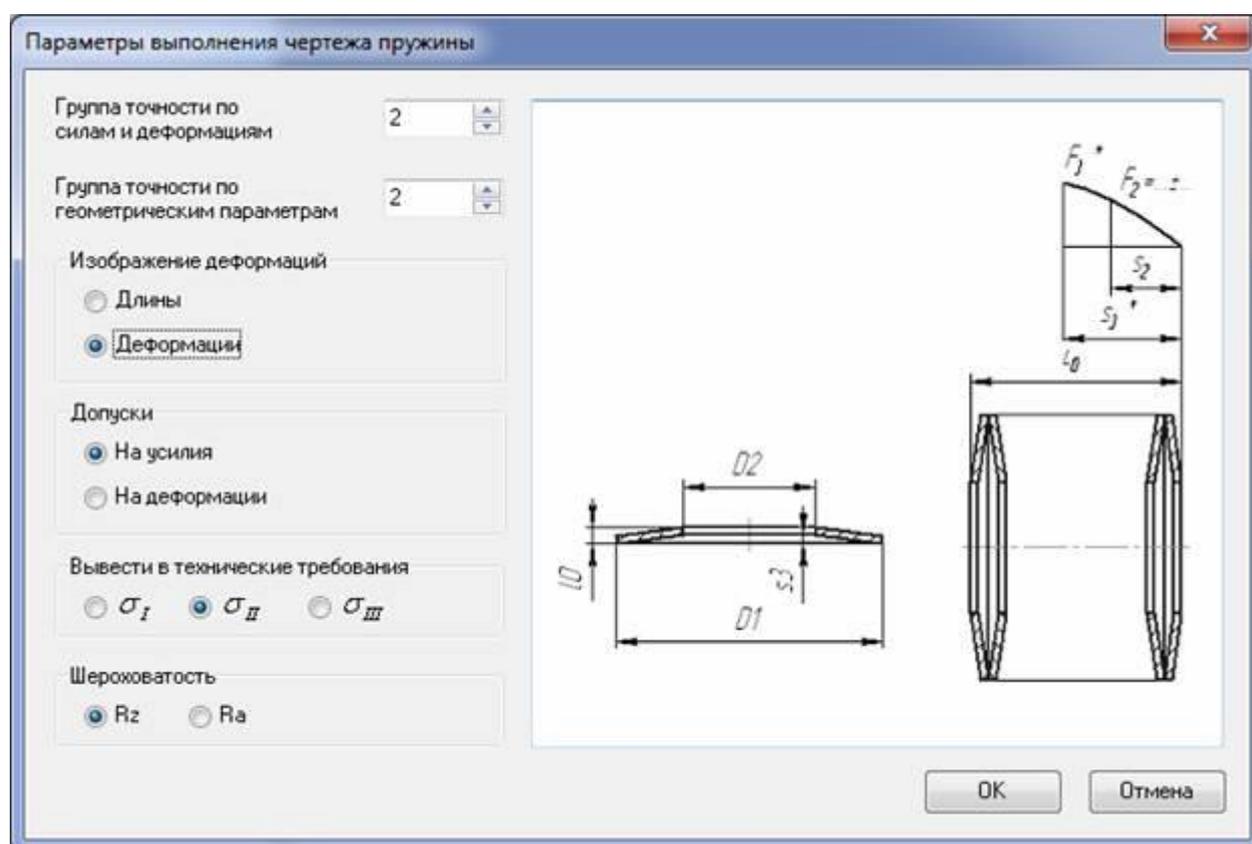
При щелчке на кнопку «Компоновка последовательной сборки пакета» формы «Построение тарельчатой пружины», откроется форма «Компоновка последовательной сборки пакета».



Выбор требуемой компоновки осуществляется щелчком мыши на соответствующем изображении или выбором нужного переключателя.

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



На данной форме вы можете задать группу точности на силы и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать способ изображения деформаций, выбрать вариант назначения допусков, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz.

Вы можете выбрать определяющее напряжение, которое будет выводиться в технические требования. Автоматически предлагается напряжение в кромке для пружины, испытывающей циклическое

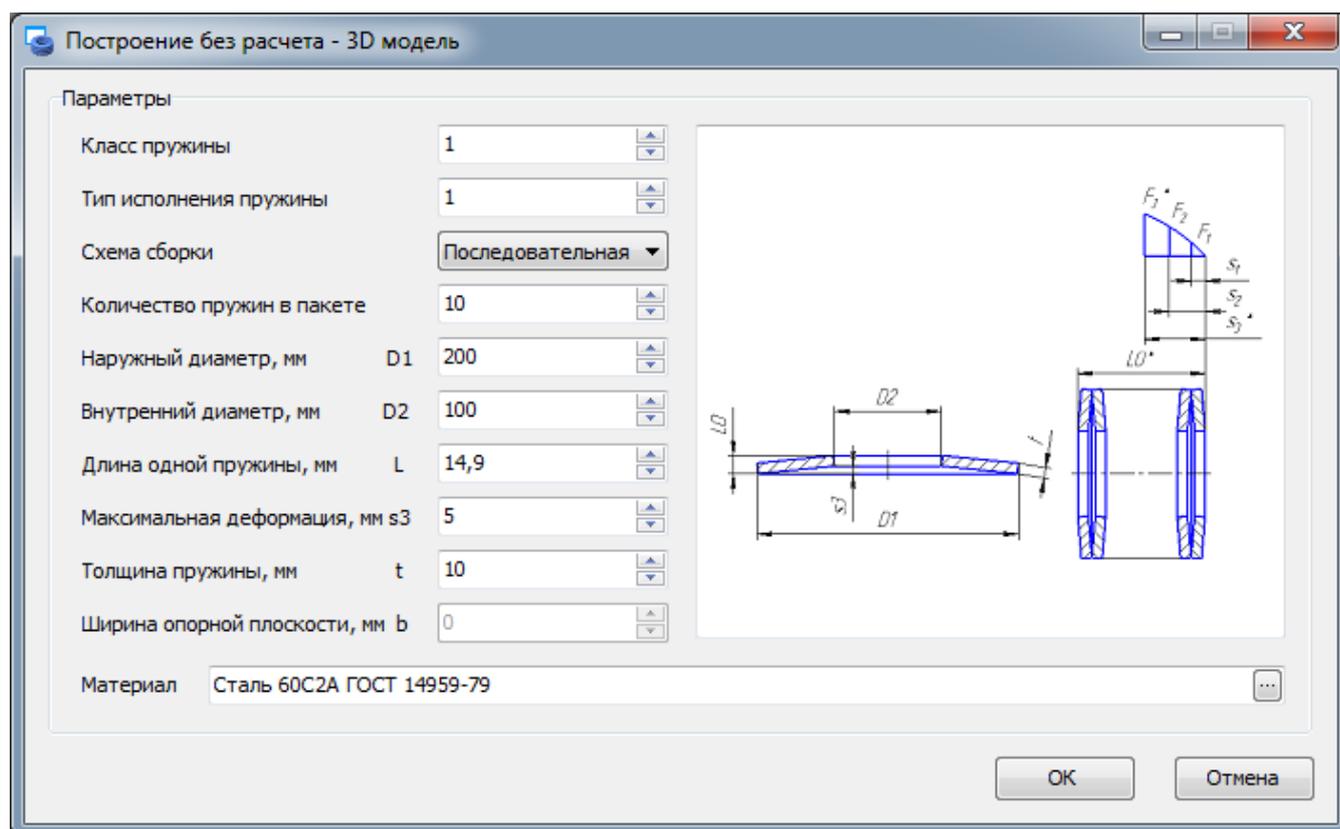
нагружение в зависимости от соотношения параметров $\frac{D_1}{D_2}$ и $\frac{s_3}{t}$, в том случае, если выбран второй класс пружины (вид нагружения может быть как статическим, так и циклическим), можно выбрать определяющее напряжение, соответствующее статическому виду нагружения.



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

Трехмерная модель

Для построения 3D модели пружины в главном меню формы «Проектирование тарельчатых пружин» выберите «Построение без расчета --> Трехмерная модель».

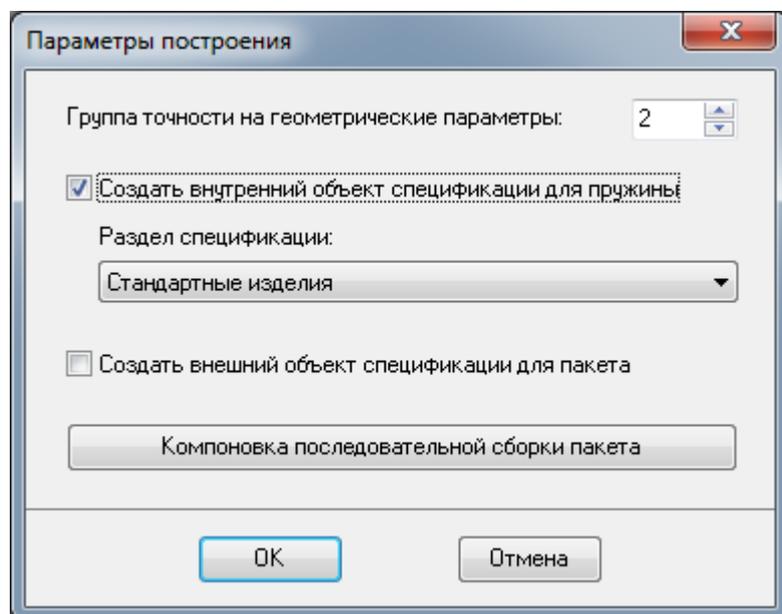


В форме «Построение без расчета - 3D модель», необходимо ввести следующие исходные данные:

- класс пружины;
- тип исполнения пружины;
- схему сборки;
- количество пружин в пакете;
- наружный диаметр D1;
- внутренний диаметр D2;
- длину одной пружины L;

- максимальную деформацию одной пружины s_3 ;
- толщину пружины t ;
- ширину опорной плоскости b (если выбран тип исполнения пружины 2 или 4);
- материал.

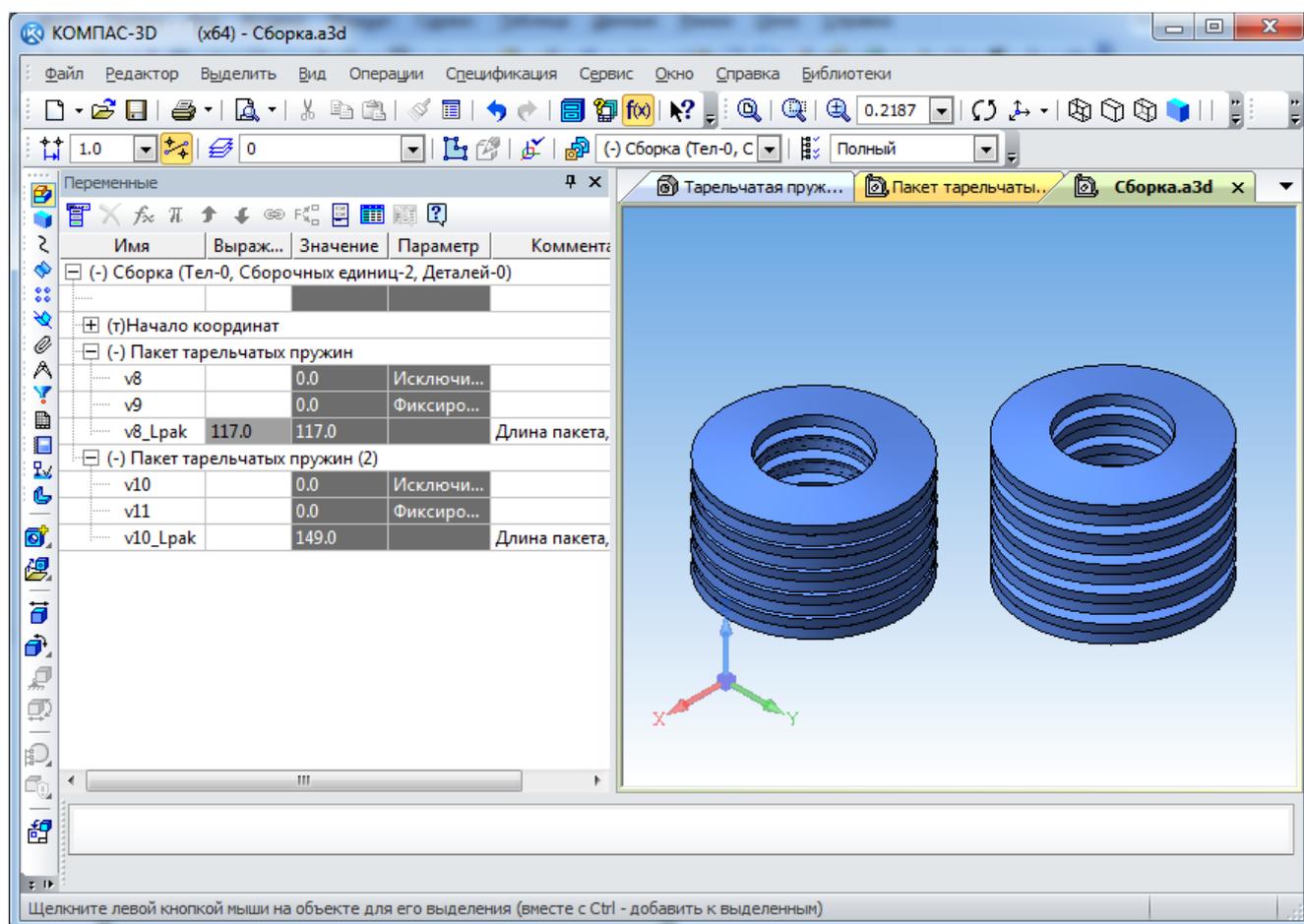
После ввода исходных данных нажмите кнопку «ОК», после чего откроется окно «Параметры построения».



На форме «Параметры построения» вы можете задать группу точности на геометрические параметры, выбрать создание объектов спецификации и задать компоновку последовательной сборки пакета.

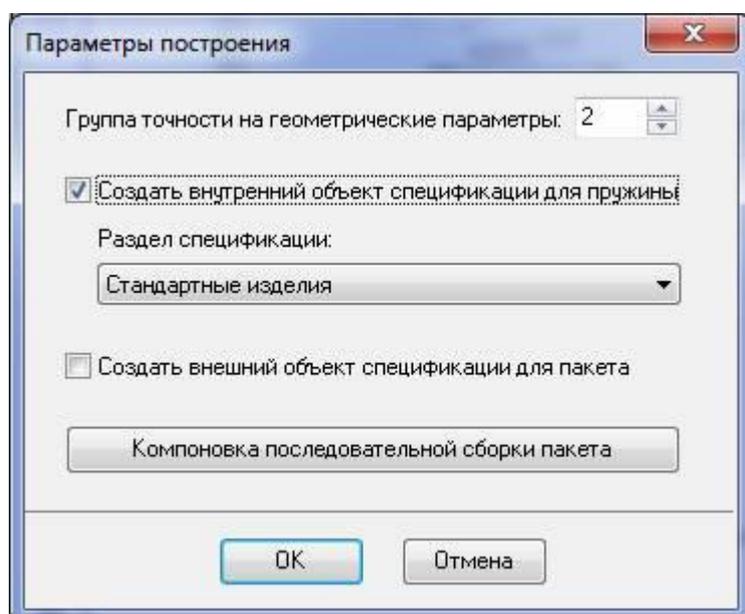
После нажатия кнопки «ОК» на форме «Параметры построения» произойдет построение параметрической модели.

После вставки пружины (пакета пружин) в проектируемый узел вы можете изменять высоту пружины (пакета пружин) за счет изменения значения внешней переменной L ($L_{\text{пак}}$).



Параметры построения

На форме «Параметры построения» вы можете задать группу точности на геометрические параметры, выбрать создание объектов спецификации и задать компоновку последовательной сборки пакета.



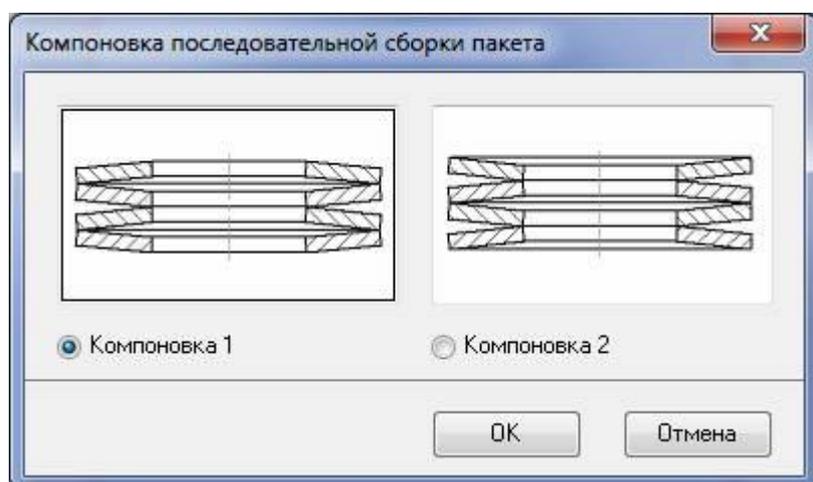
Значение группы точности на геометрические параметры используется в обозначение объекта спецификации, когда выбран раздел спецификации «Стандартные изделия».

Внутренний объект спецификации относится к тарельчатой пружине, внешний – к пакету пружин. Если вместо пакета пружин используется одиночная пружина, опция «Создать внешний объект спецификации для пакета» становится недоступной.

Для внутреннего объекта спецификации можно выбрать раздел спецификации. Если тарельчатые пружины, используемые в узле, являются «покупными», то необходимо выбирать раздел спецификации «Стандартные изделия», если тарельчатые пружины изготавливаются по документации предприятия, то возможно отнести тарельчатые пружины в раздел спецификации «Детали».

Компоновка последовательной сборки пакета

При щелчке на кнопку «Компоновка последовательной сборки пакета» формы «Параметры построения», откроется форма «Компоновка последовательной сборки пакета».



Выбор требуемой компоновки осуществляется щелчком мыши на соответствующем изображении или выбором нужного переключателя.

Справочная информация

Класс пружин

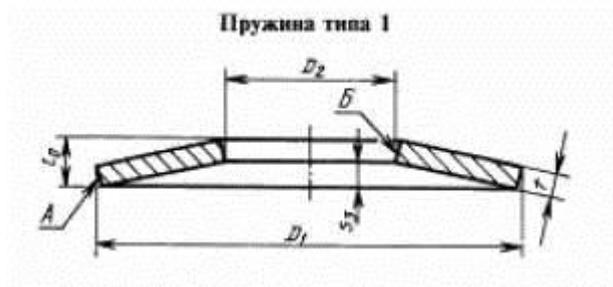
По виду нагружения тарельчатые пружины подразделяют на классы – таблица 1 ГОСТ 3057 – 90.

Класс пружин	Вид нагружения	Значения деформации		Выносливость в циклах N, не менее
		предварительной, не менее	рабочей, не более	
I	циклическое	0,2 s3	0,6s3	$2 \cdot 10^6$
II	Статическое и циклическое		0,8s3	10^4

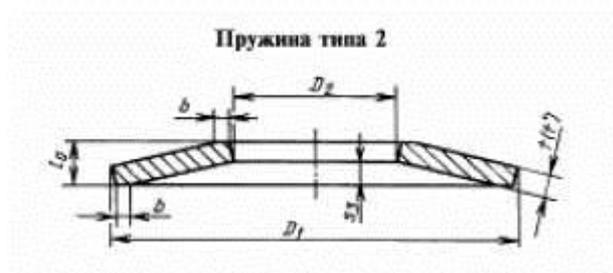
Исполнения пружин

По исполнению пружины подразделяют на типы:

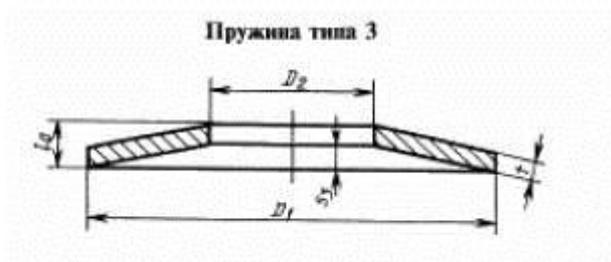
1 – пружины с наклонными кромками по наружному и внутреннему диаметру;



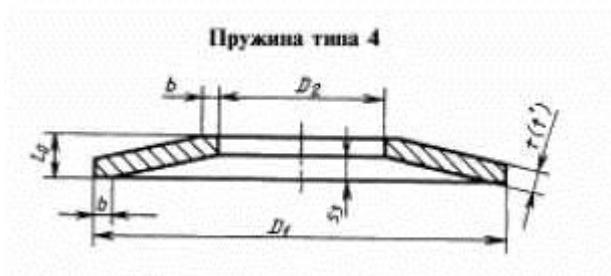
2 – пружины с наклонными кромками по наружному и внутреннему диаметру и опорными плоскостями при толщине пружин более 1,0 мм;



3 – пружины с параллельными кромками по наружному и внутреннему диаметру;



4 – пружины с параллельными кромками по наружному и внутреннему диаметру и опорными плоскостями при толщине пружин более 1,0 мм.



Влияние схемы сборки пружин на характеристику "сила - деформация"

Схема сборки	Параметр пакета пружин	Вид характеристики
<p>Одиночная</p>	F_3 s_3 l_0	
<p>Последовательная</p>	$F_{n3} = F_3$ $s_{n3} = n s_3$ $L_0 = l_0 n$ $\Delta L_0 = \Delta l_0 n$	
<p>Параллельная</p> <p>1. двухпараллельная</p> <p>2. трехпараллельная</p>	$F_{n3} = K F_3 n_1$ $s_{n3} = s_3$ $L_0 = l_0 + (n_1 - 1)t$ $\Delta L_0 = \Delta l_0 + \Delta t (n_1 - 1)$	

- $F_{нз}$ - сила при максимальной деформации пакета
 F_3 - сила при максимальной деформации одной пружины
 n - количество пружин при последовательной сборке
 n_1 - количество пружин при параллельной сборке
 K - коэффициент, учитывающий сухое трение при параллельной сборке
 $K = 1,06$ при двухпараллельной сборке
 $K = 1,09$ при трехпараллельной сборке
 $K = 1,12$ при четырехпараллельной сборке
 $s_{нз}$ - максимальная деформация пакета пружин
 s_3 - максимальная деформация одной пружины
 L_0 - высота пакета в свободном состоянии
 l_0 - высота одной пружины в свободном состоянии
 ΔL_0 - допустимое отклонение на свободную высоту пакета
 Δl_0 - допустимое отклонение на свободную высоту одной пружины
 Δt - допустимое отклонение на толщину

Группы точности на контролируемые силы или деформации

ГОСТ 3057 – 90 устанавливает три группы точности пружин на контролируемые силы или деформации.

Первая группа – пружины с предельными отклонениями сил или деформаций $\pm 5\%$. Назначают в технически обоснованных случаях для пружин толщиной более 3,0 мм.

Вторая группа - пружины с предельными отклонениями сил или деформаций $\pm 10\%$. Назначают для пружин толщиной более 1,0 мм.

Третья группа – пружины с предельными отклонениями сил или деформаций $\pm 20\%$. Назначают для пружин любой толщины.

Группы точности на геометрические параметры

Установленным группам точности по силам и деформациям соответствуют три группы точности на геометрические параметры. Сочетание по одной и той же группе точности предельных отклонений на силы или деформации с допусками на геометрические параметры, не является обязательным. При этом, если на силы или деформации назначена первая группа точности, то допуски на геометрические параметры допускается назначать по второй группе точности; если на силы или деформации назначена вторая группа точности, то допуски на геометрические параметры допускается назначать по третьей группе точности.

Допуски на наружный и внутренний диаметры

Допуски на наружный и внутренний диаметры пружин назначаются по таблице 5 ГОСТ 3057 – 90.

Группа точности	Допуск	
	на наружный диаметр	на внутренний диаметр
1	h13	H13
2	h14	H14
3	h15	H15

Допуск на высоту пружины в свободном состоянии

Допуск на высоту пружины в свободном состоянии назначают по таблице 6 ГОСТ 3057 – 90.

Толщина t , мм	Допуск по высоте l_0 при отношении $\frac{s_3}{t}$					
	от 0,3 до 0,6			св. 0,6		
	Группа точности					
	1	2	3	1	2	3
От 0,3 до 1,0	-	-	js13	-	-	js14
Св. 1,0 до 1,5	-	js14	js14	-	js15	js15
Св. 1,5 до 2,0	-	js14	js15	-	js15	js16
Св. 2,0 до 3,0	-	js15	js16	-	js16	js17
Св. 3,0 до 6,0	js15	js16	js16	js16	js16	js17
Св. 6,0 до 10,0	js16	js16	js17	js17	js17	$\pm 1,1$
Св. 10,0	js16	js16	js17	js17	$\pm 1,1$	$\pm 1,35$

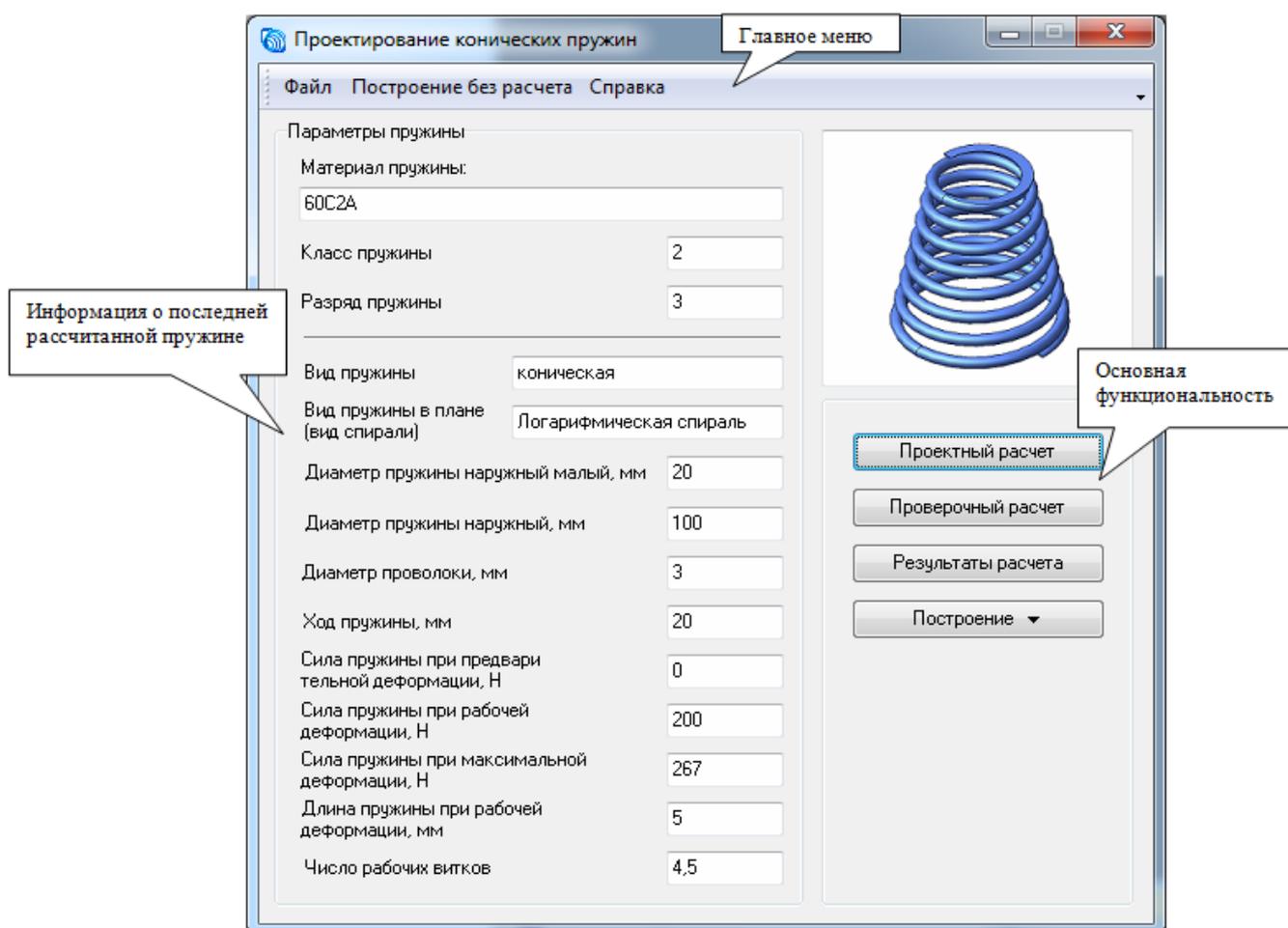
Конические пружины



Проектирование конических пружин

Модуль «Проектирование конических пружин» позволяет провести проектный и проверочный расчет конических пружин, а также осуществить построение спроектированной пружины.

Запуск модуля осуществляется выбором в менеджере библиотек пункта «Механика: Пружины → Пружины конические».



Функционально окно «Проектирование конических пружин» разбито на три части.

В верхней части окна располагается главное меню.

В левой стороне отображается информация о последней рассчитанной пружине.

В правой стороне окна расположены кнопки, с помощью которых возможно провести проектный и проверочный расчет, просмотреть результаты расчета, осуществить 2D и 3D построение спроектированной пружины.

Проектный расчет конических пружин

Целью проектного расчета является определение геометрических параметров пружины, соответствующих заданным нагрузкам и условиям работы. Расчет выполняется исходя из основного условия прочности:

$$\tau_3 < [\tau]$$

τ_3 - максимальное касательное напряжение, МПа;

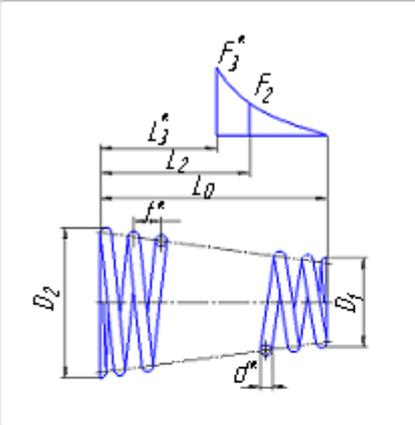
$[\tau]$ - допускаемое касательное напряжение, МПа.

Задача проектного расчета имеет множество решений, из которых необходимо выбрать оптимальное по одному или нескольким критериям.

Исходные данные

Для запуска формы проектного расчета нажмите на главной форме кнопку «Проектный расчет».

Проектный расчет конических пружин
⏪ ⏩ ✖



Класс пружины: 2

Разряд пружины: 3

Материал пружины: 60С2А

Вид пружины: Коническая пружина с постоянным шагом

Проекция оси витков на опорную поверхность: Архимедова спираль

Диаметр пружины наружный малый, мм	D1	30
Диаметр пружины наружный, мм	D2	40
Число опорных (поджатых) и обработанных витков с одной стороны	---	n2=0.75; n3=0.75
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	50
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	500
Рабочий ход пружины, мм	H	20

Рассчитать
Отмена

В форме проектного расчета необходимо ввести следующие исходные данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- вид пружины;
- наименьший диаметр пружины D1;
- наибольший диаметр пружины D2;
- число опорных (поджатых) и обработанных витков с одной стороны;
- силу пружины при предварительной деформации F1;
- силу пружины при рабочей деформации F2;
- рабочий ход пружины H.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».

Диаметр пружины наружный малый, D1, мм	Диаметр пружины наружный, D2, мм	Диаметр проволоки, d, мм	Индекс пружины, I1	Индекс пружины, I2	Число рабочих витков, n	Длина пружины в свободном состоянии, L0, мм	Посадка витков
30	40	3,8	6,89	9,53	4	41,5	На соседние витки
30	40	4	6,5	9	5	47	На соседние витки
30	40	4,2	6,14	8,52	6,5	56	На соседние витки
30	40	4,5	5,67	7,89	8,5	66	На соседние витки
30	40	4,8	5,25	7,33	11,5	84	На соседние витки
30	40	5	5	7	14	99	На соседние витки
30	40	5,5	4,45	6,27	22	151,5	На соседние витки
30	40	5,6	4,36	6,14	24	164,5	На соседние витки
30	40	6	4	5,67	33	228	На соседние витки

На форме «Результаты расчета» представлены варианты расчета пружин.

Выделив интересующий вариант расчета, вы можете просмотреть подробную информацию о предлагаемом варианте, нажав кнопку «Подробнее».

Для сохранения результатов расчета предназначена кнопка «Сохранить». Загрузить данные ранее рассчитанной пружины можно с помощью пункта главного меню формы «Проектирование конических пружин».

После выбора наиболее подходящего варианта пружины необходимо нажать кнопку «ОК».

На вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Например, изменяя относительный инерционный зазор в определенном диапазоне, можно скорректировать шаг пружины.

Расчет		Дополнительно		
Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения	
Число рабочих витков	n	14,5		+21
Полное число витков	n1	16		+19
Длина развёрнутой пружины, мм	L	1519		+19
Длина пружины в свободном состоянии, мм	L0	99,05		+14
Длина пружины при предварительной деформации, мм	L1	95,05		+14
Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2	75,05		+18
Длина пружины при максимальной деформации, мм	L3	75		+19
Предварительная деформация пружины, мм	S1	4		+14
Рабочая деформация пружины, мм	S2	24		+2
Максимальная деформация пружины, мм	S3	24,05		
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	50		
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	500		
 Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	535		-17
 Относительный инерционный зазор	Clearance	0,065		-71
Сила, при которой начинается посадка витков, Н	Fnoc	196		-17
Радиус посадки витков, мм	Rnoc	13		-7
Рабочий ход пружины, мм	h	20		
 Максимально касательное напряжение, МПа	Tau3	402		-17
Допускаемое касательное напряжение, МПа	Tau	960		
Масса пружины, кг	m	0,22		+19
Шаг пружины, мм	t	6,5		-5

После корректировки параметров необходимо нажать кнопку «Сохранить».

Сортировка результатов расчета

Вы можете отсортировать полученные данные по одному или нескольким полям.

Для того, чтобы отсортировать данные по одному полю, необходимо щелкнуть мышкой на заголовке сортируемого поля. Для сортировки по нескольким полям данных, необходимо, удерживая клавишу Shift, щелкнуть мышкой заголовки тех полей данных, по которым будет осуществляться сортировка.

Фильтр

Для задания фильтра необходимо щелкнуть на значке, появляющемся в правом верхнем углу заголовка поля данных, и в открывшемся списке проставить галочки напротив тех значений, которые должны входить в фильтр.

Результаты расчета

Расчет Дополнительно

Диаметр пружины наружный малый, D1, мм	Диаметр пружины наружный, D2, мм	Диаме (Все) (Выбор...)	Индекс пружины, I1	Индекс пружины, I2	Число рабочих витков, n	Длина пружины в свободном состоянии, L0, мм	Посадка витков
30	40	<input checked="" type="checkbox"/> 4	6,5	9	5	47	На соседние витки
30	40	<input checked="" type="checkbox"/> 4,2	6,14	8,52	6,5	56	На соседние витки
30	40	<input checked="" type="checkbox"/> 4,5	5,67	7,89	8,5	66	На соседние витки
30	40	<input checked="" type="checkbox"/> 4,8	5,25	7,33	11,5	84	На соседние витки
30	40	<input checked="" type="checkbox"/> 5	5	7	14	99	На соседние витки
		<input type="checkbox"/> 3,8					
		<input type="checkbox"/> 5,5					
		<input type="checkbox"/> 5,6					
		<input type="checkbox"/> 6					

((Диаметр проволоки, d, мм = 4) или (Диаметр проволоки, d, мм = 4,2) или (Диаметр проволоки, d, мм = 4,5) или (Ди:

Подробная информация о варианте расчета

Для просмотра более детальной информации о предлагаемом варианте расчета, выделите вариант расчета и нажмите кнопку «Подробно».

Предварительный просмотр

95%

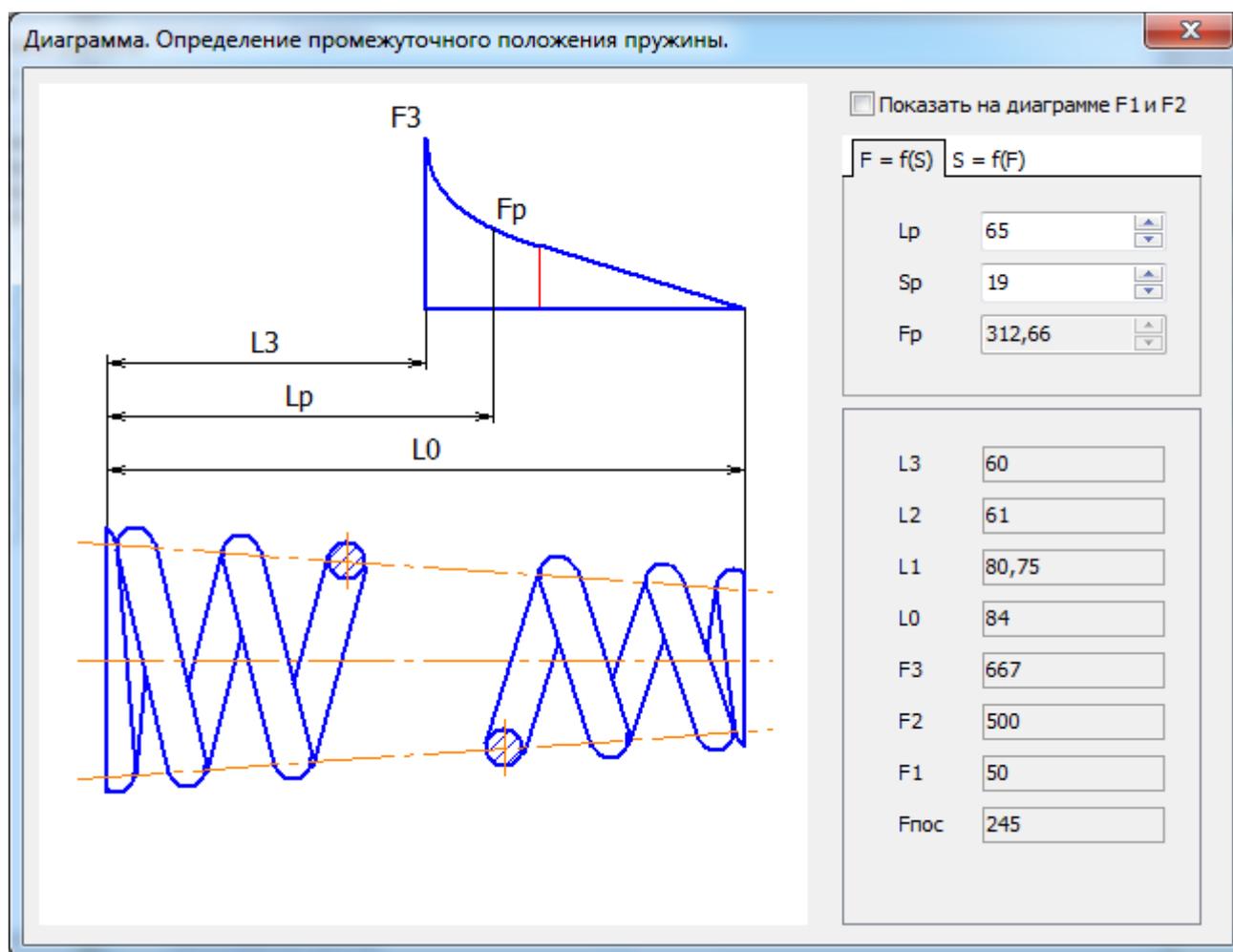
Заккрыть

Проектный расчет конических пружин		
Наименование параметра	Значение (свойство)	
Материал Проволока 60С2А-Н-2-ХН-4,8 ГОСТ 14963-78		
Вид пружины	---	Коническая пружина с постоянным шагом
Вид пружины в плане (вид спирали)	---	Архимедова спираль
Класс	---	2
Разряд	---	3
Диаметр пружины наружный малый, мм	D1	30
Диаметр пружины наружный, мм	D2	40
Диаметр проволоки, мм	d	4,8
Число рабочих витков	n	11,5
Полное число витков	n1	13
Число поджатых витков с одной стороны	n2	0,75
Число зашлифованных витков с одной стороны	n3	0,75
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	50
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	500
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	667
Относительный инерционный зазор	δ	0,25
Сила, при которой начинается посадка витков пружины, Н	Fп	245
Длина пружины, мм	L0	84
Длина пружины при предварительной деформации, мм	L1	80,75
Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2	61
Длина пружины при максимальной деформации, мм	L3	60
Рабочий ход пружины, мм	H	19,75
Максимальное касательное напряжение, МПа	τ_3	501
Допускаемое касательное напряжение, МПа	[τ]	960
Модуль сдвига материала, МПа	G	78500
Плотность материала, кг/м ³	ρ	8000
Масса пружины, кг	m	0,179
Длина развернутой пружины, мм	L	1234

Страница 1 из 1

Определение промежуточного положения пружины

Для определения промежуточного положения пружины нажмите на кнопку "Диаграмма" на форме "Результаты расчета".

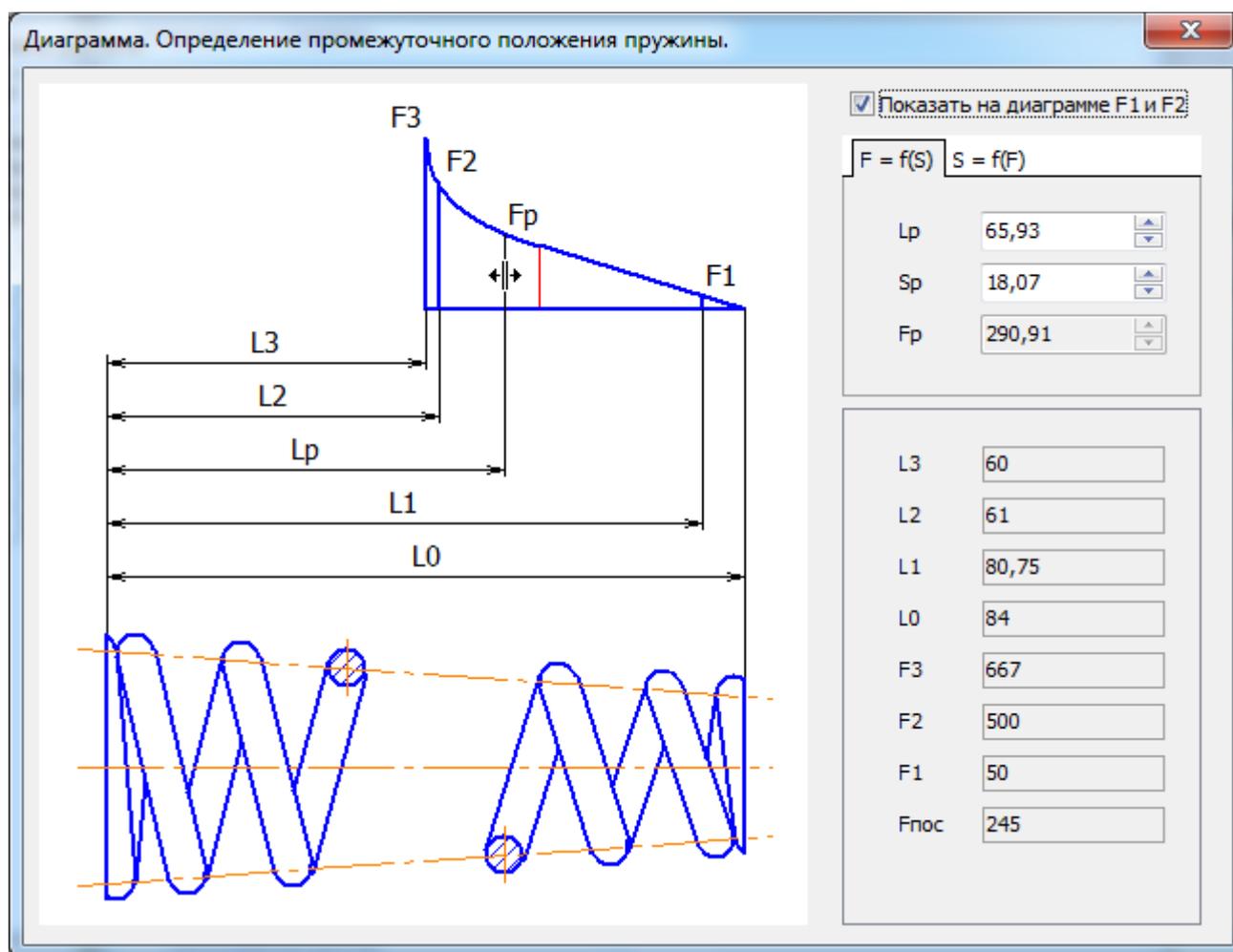


В том случае, когда требуется определить силу, которую необходимо приложить к пружине, чтобы получить заданную деформацию или длину, выберите вкладку $F=f(S)$. После ввода значения L_p (длина пружины) или S_p (деформация) будет рассчитано значение силы F_p . Для определения деформации под действием заданной нагрузки необходимо выбрать вкладку $S=f(F)$. После ввода значения силы (F_p) будут рассчитаны значения L_p (длина пружины) и S_p (деформация).

Для того, чтобы отобразить на диаграмме значение сил F_1 (сила при предварительной деформации) и F_2 (сила при рабочей деформации) выберите опцию "Показать на диаграмме F_1 и F_2 ".

Параметры, необходимые для определения промежуточного состояния пружины, могут быть заданы путем ввода значений в соответствующие поля на вкладках $F=f(S)$ или $S=f(F)$, а также графически.

При графическом способе определения параметров, наведите указатель мыши на линию, отображающую значение F_p на диаграмме, в результате произойдет изменение курсора как показано на рисунке. Удерживая левую кнопку мыши перетащите линию определяющую F_p до нужного положения.



Сохранение результатов расчета

Для сохранения результатов расчета необходимо нажать на кнопку «Сохранить» на форме «Результаты расчета». Сохраненные данные можно будет в дальнейшем загрузить через команду главного меню «Загрузить сохраненный расчет» формы «Проектирование конических пружин».

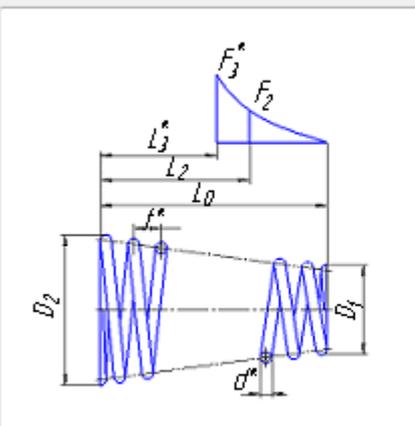
Проверочный расчет конических пружин

Целью проверочного расчета является проверка возможности использования пружины при определенных нагрузках.

Исходные данные

Для проведения проверочного расчета нажмите на главной форме кнопку «Проверочный расчет».

Проверочный расчет конических пружин



Класс пружины: 2

Разряд пружины: 3

Материал пружины: 60С2А

Вид пружины: Коническая пружина с постоянным шагом

Проекция оси витков на опорную поверхность: Архимедова спираль

Диаметр пружины наружный малый, мм: D1 = 30

Диаметр пружины наружный, мм: D2 = 40

Диаметр проволоки, мм: d = 4.8

Индекс пружины $i_1 = (D1-d)/d$ $i_1 \geq 4$: i1 = 5.25

Индекс пружины $i_2 = (D2-d)/d$: i2 = 7.33

Число рабочих витков пружины $1 < n \leq 20$ кратно 0.5; $n > 20$ кратно 1: n = 11.5

Число опорных (поджатых) и обработанных витков с одной стороны: --- n2=0.75; n3=0.75

Сила пружины при предварительной деформации, Н: F1 = 50

Сила пружины при рабочей деформации, Н: F2 = 500

Сила пружины при максимальной деформации, Н $F_3 = F_2/(1 - \delta)$; [526; 667]: F3 = 667

Относительный инерционный зазор $\delta = [0.05; 0.25]$: $\delta = 0.25$

Рассчитать

Отмена

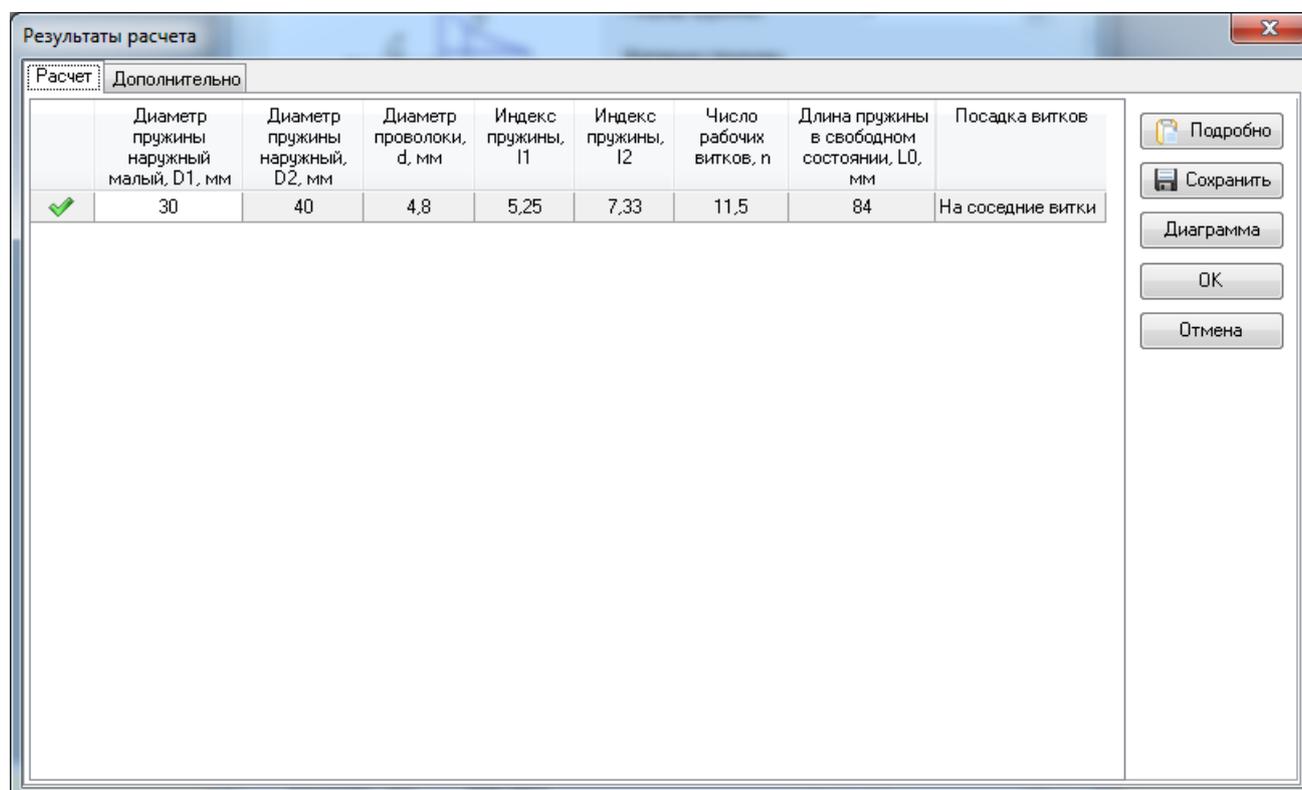
В форме проверочного расчета необходимо ввести следующие данные:

- класс пружины;
- разряд пружины;
- материал;
- вид пружины;
- наименьший диаметр пружины D1;
- наибольший диаметр пружины D2;
- диаметр проволоки d;
- число рабочих витков пружины n;
- число опорных (поджатых) и обработанных витков с одной стороны;
- силу пружины при предварительной деформации F1;
- силу пружины при рабочей деформации F2;
- силу пружины при максимальной деформации F3.

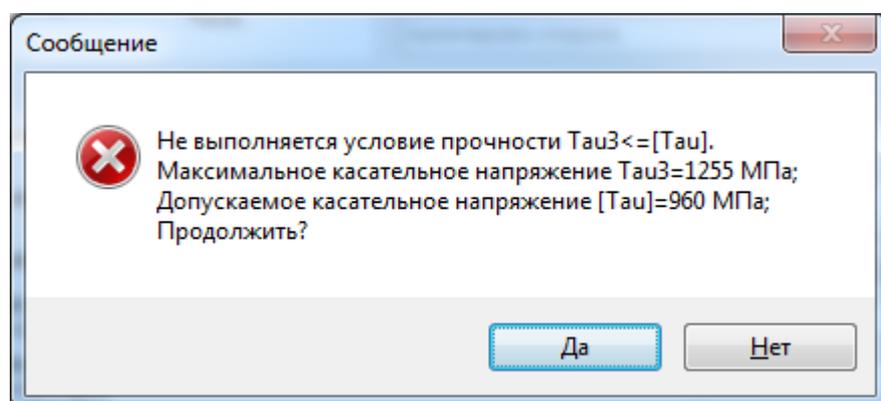
После ввода исходных данных нажмите кнопку «Рассчитать».

Результат расчета

После проведения расчета откроется форма «Результаты расчета».



В том случае, если пружина не удовлетворяет условию прочности, будет выдано сообщение, сигнализирующее о том, что условие прочности не выполнено.



Если пружина проходит по прочности, на вкладке «Дополнительно» можно скорректировать параметры рассчитанной пружины.

Параметры доступные для изменения отмечены значком .

Для изменения значения корректируемого параметра щелкните мышкой на поле «Значение», после этого введите новое значение параметра внутри интервала допустимых значений.

Результаты расчета

Расчет Дополнительно

Параметры пружины	Обозначение	Значение	% изменения
Число рабочих витков	n	11,5	
Полное число витков	n1	13	
Длина развёрнутой пружины, мм	L	1234	
✎ Длина пружины в свободном состоянии, мм	L0	84	
Длина пружины при предварительной деформации, мм	L1	80,75	
Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2	61	
Длина пружины при максимальной деформации, мм	L3	60	
Предварительная деформация пружины, мм	S1	3,25	
Рабочая деформация пружины, мм	S2	23	
Максимальная деформация пружины, мм	S3	24	
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1	50	
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2	500	
✎ Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3	667	
✎ Относительный инерционный зазор	Clearance	0,25	
Сила, при которой начинается по			
Радиус посадки витков, мм		0,2	
Рабочий ход пружины, мм			
✎ Максимально касательное напр			
Допускаемое касательное напр			
Масса пружины, кг	m	0,179	
Шаг пружины, мм	t	6,887	

Сохранить

Отменить

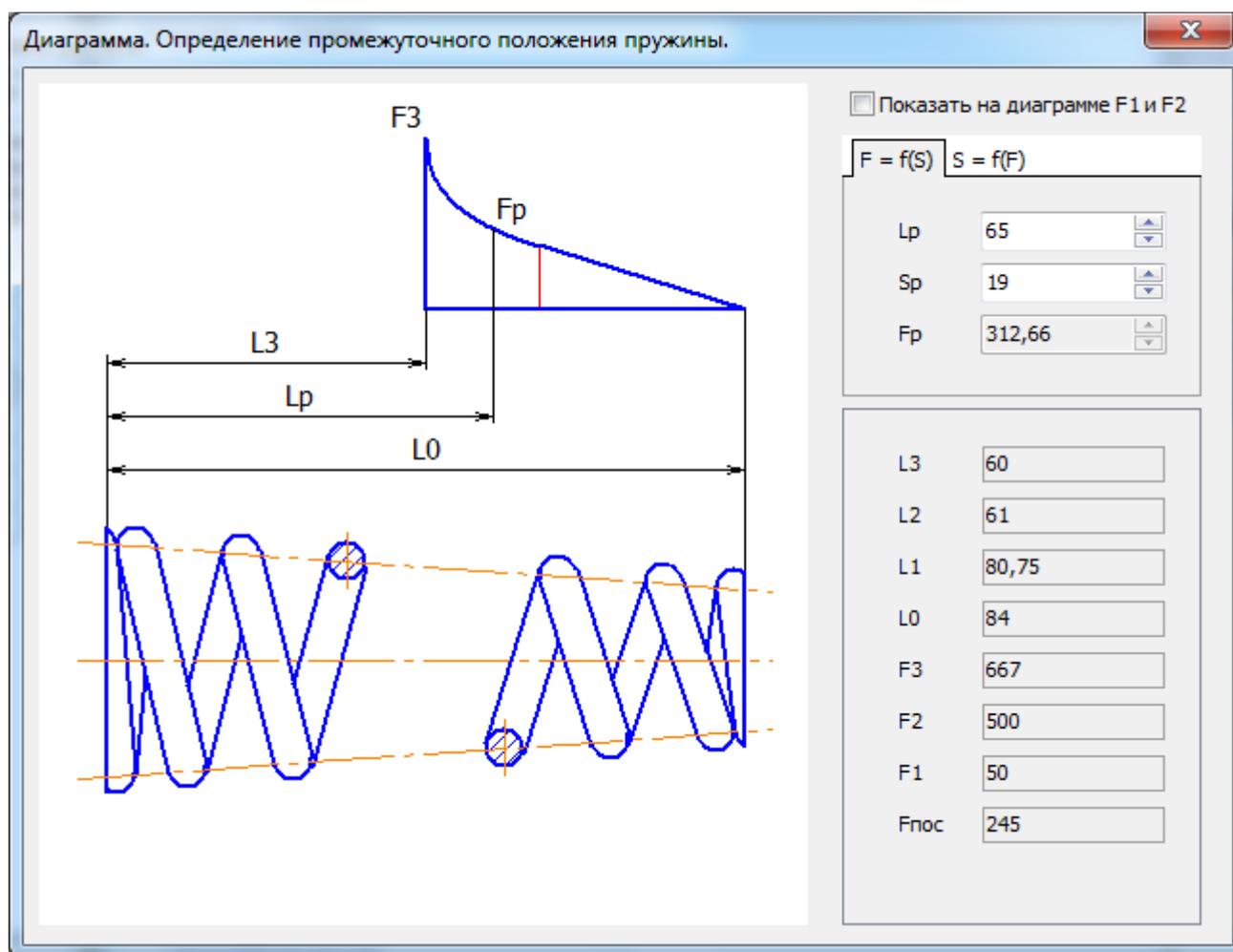
0.05 0.25

0,2

Применить Отменить

Определение промежуточного положения пружины

Для определения промежуточного положения пружины нажмите на кнопку "Диаграмма" на форме "Результаты расчета".

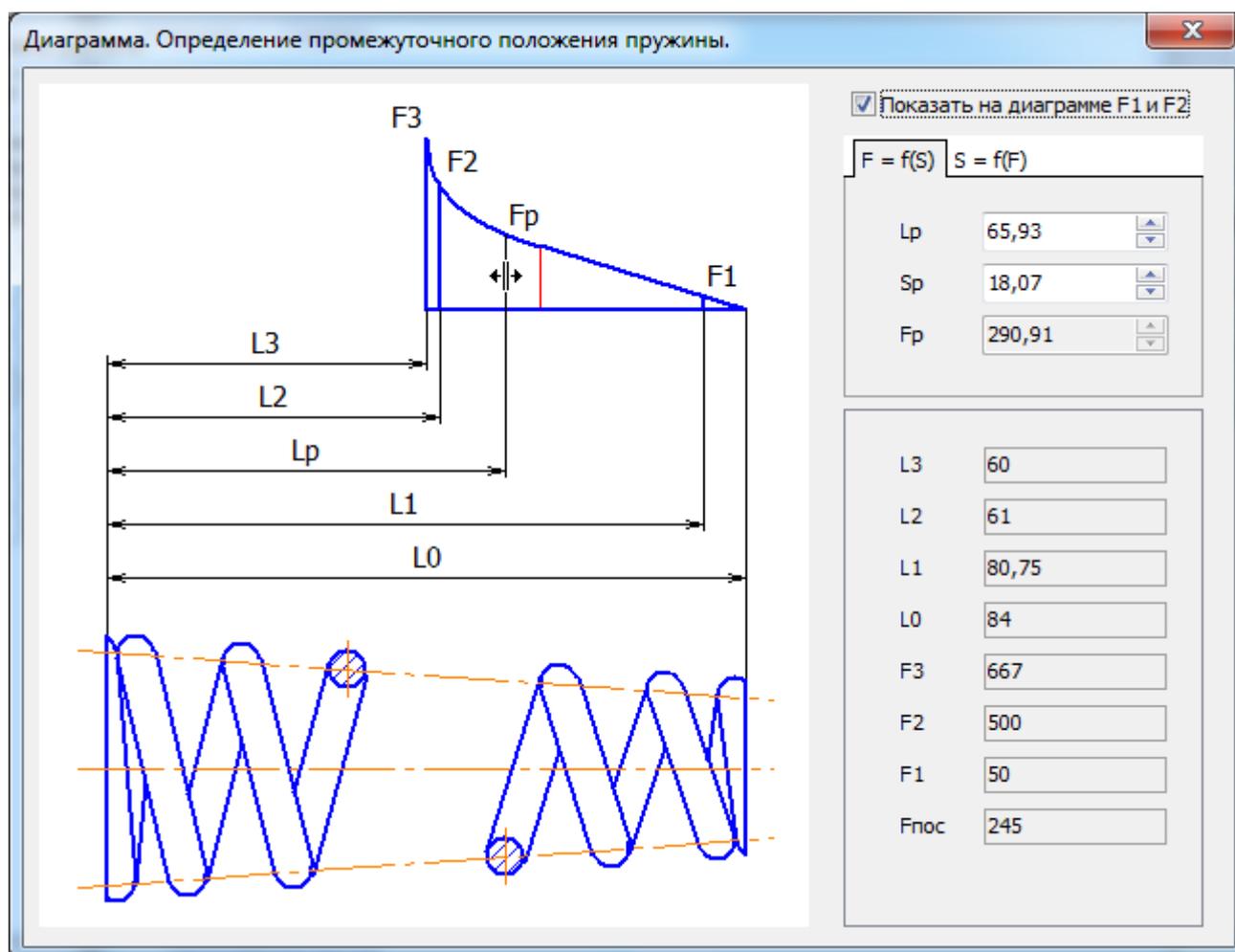


В том случае, когда требуется определить силу, которую необходимо приложить к пружине, чтобы получить заданную деформацию или длину, выберите вкладку $F=f(S)$. После ввода значения L_p (длина пружины) или S_p (деформация) будет рассчитано значение силы F_p . Для определения деформации под действием заданной нагрузки необходимо выбрать вкладку $S=f(F)$. После ввода значения силы (F_p) будут рассчитаны значения L_p (длина пружины) и S_p (деформация).

Для того, чтобы отобразить на диаграмме значение сил F_1 (сила при предварительной деформации) и F_2 (сила при рабочей деформации) выберите опцию "Показать на диаграмме F_1 и F_2 ".

Параметры, необходимые для определения промежуточного состояния пружины, могут быть заданы путем ввода значений в соответствующие поля на вкладках $F=f(S)$ или $S=f(F)$, а также графически.

При графическом способе определения параметров, наведите указатель мыши на линию, отображающую значение F_p на диаграмме, в результате произойдет изменение курсора как показано на рисунке. Удерживая левую кнопку мыши перетащите линию определяющую F_p до нужного положения.

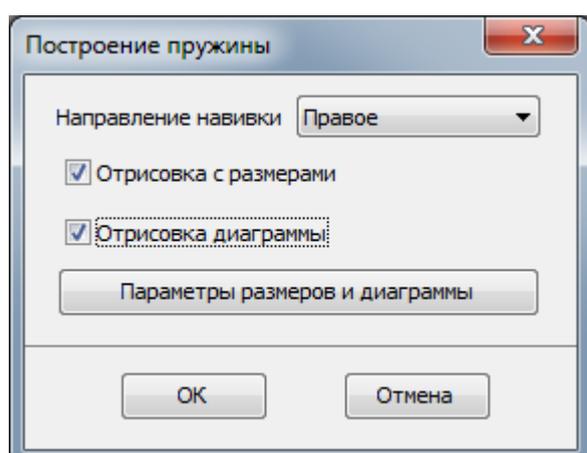
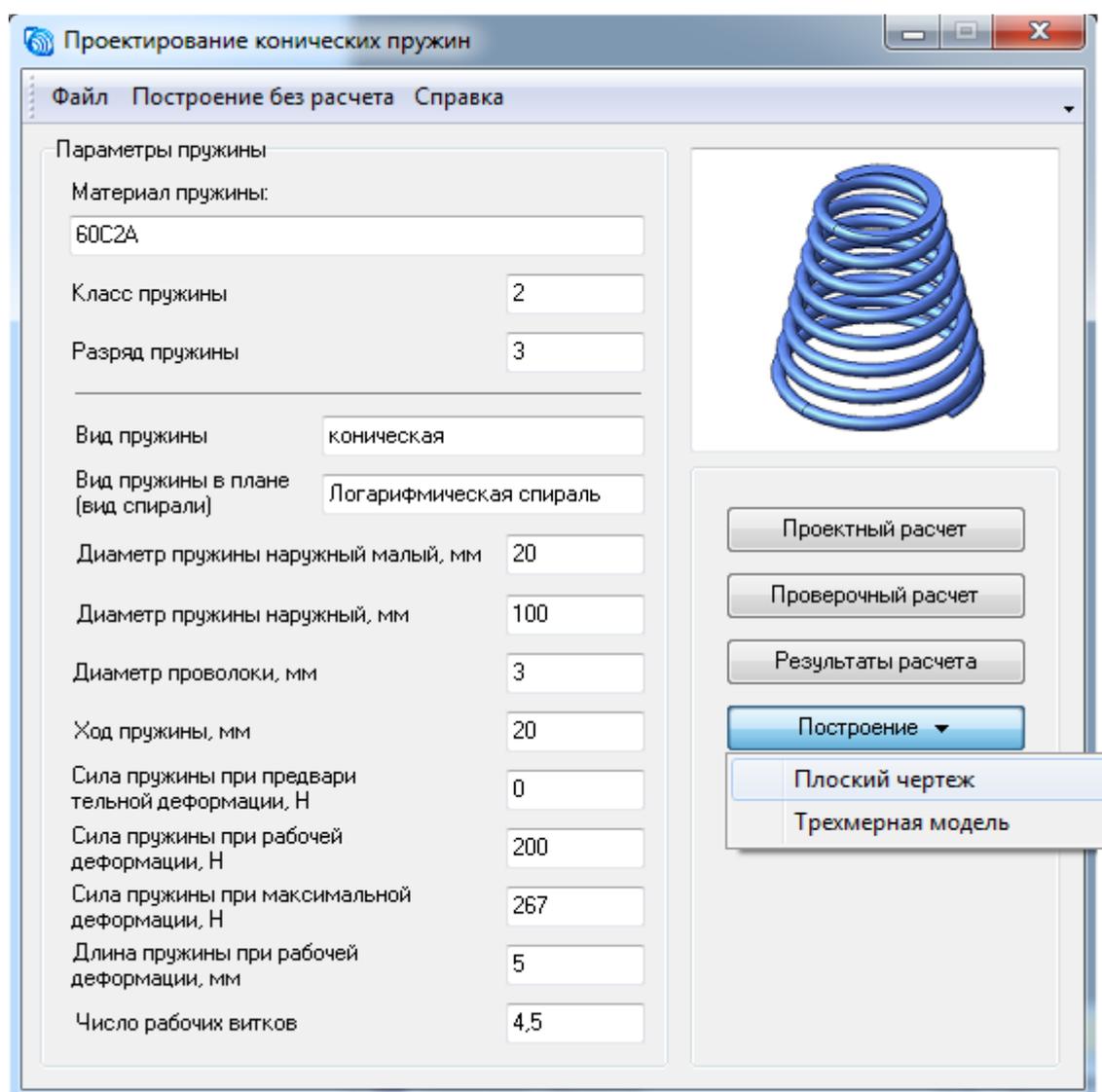


Построение конических пружин

По расчетным данным

Плоский чертеж

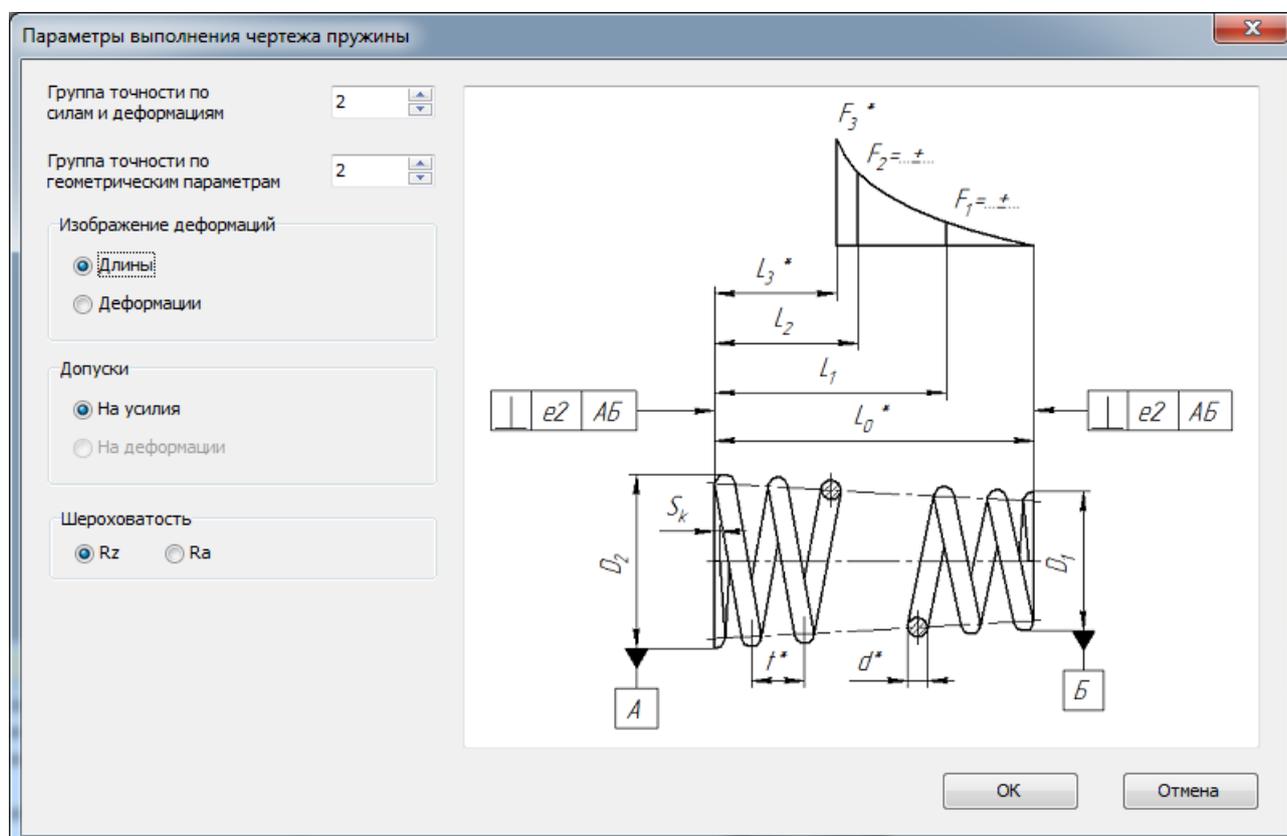
Для построения чертежа пружины щелкните на кнопку «Построение». В открывшемся меню выберите «Плоский чертеж», после чего откроется форма «Построение пружины».



На форме «Построение пружины» вы можете задать направление навивки пружины, параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



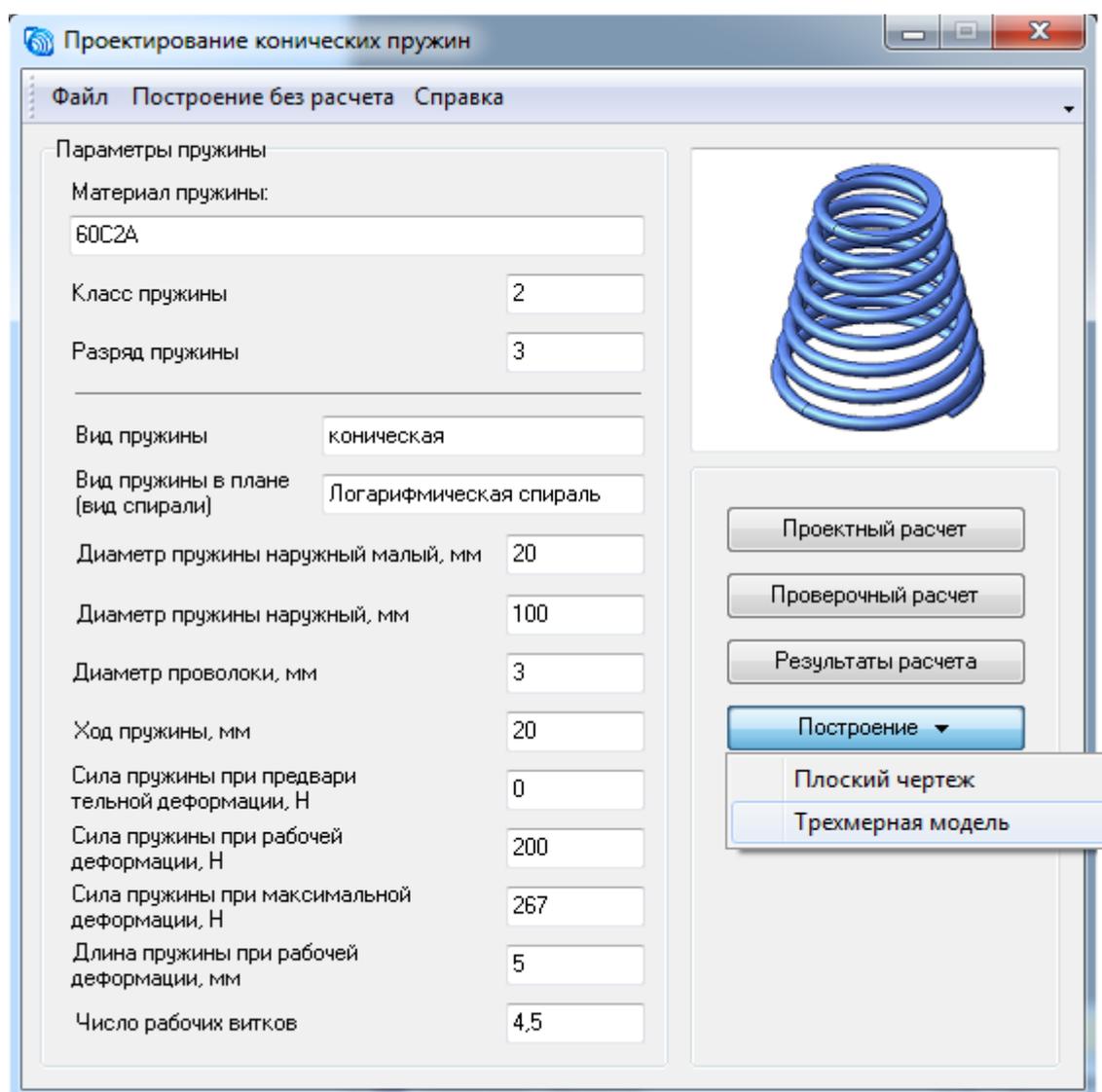
На данной форме вы можете задать группу точности на силы и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать способ изображения деформаций, выбрать вариант назначения допусков, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz.



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

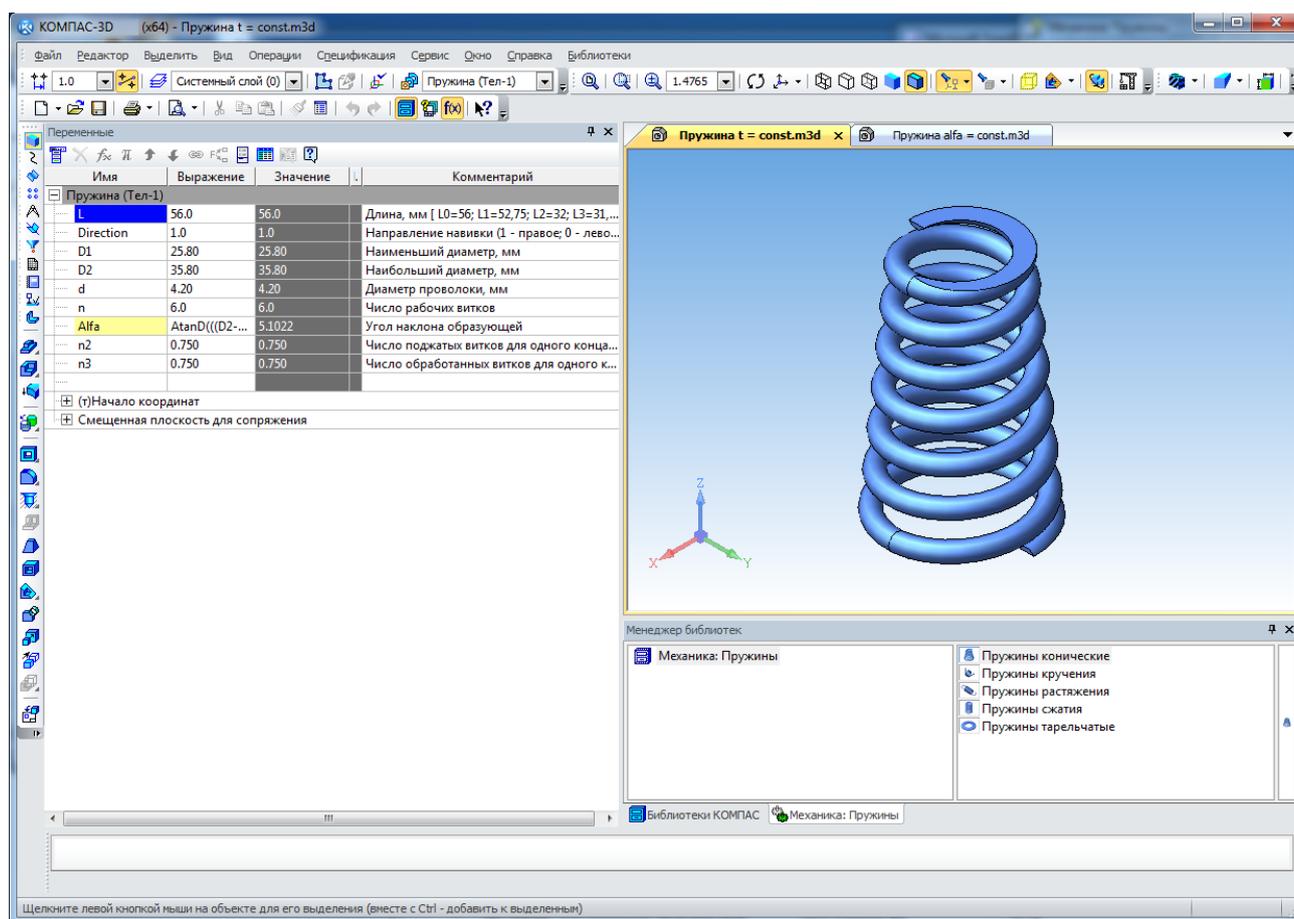
Трёхмерная модель

Для построения трёхмерной модели пружины щелкните на кнопку «Построение» и выберите в открывшемся меню «Трёхмерная модель», в результате произойдет построение параметрической модели пружины.



Управление параметрами уже построенной модели осуществляется в окне «Переменные». Вы можете управлять следующими параметрами:

- L - длина;
- Direction - направление навивки (1 - правое; 0 - левое);
- D1 - наименьший диаметр;
- D2 - наибольший диаметр;
- d - диаметр проволоки;
- n - число рабочих витков;
- n2 - число поджатых витков для одного конца пружины;
- n3 - число обработанных витков для одного конца пружины.



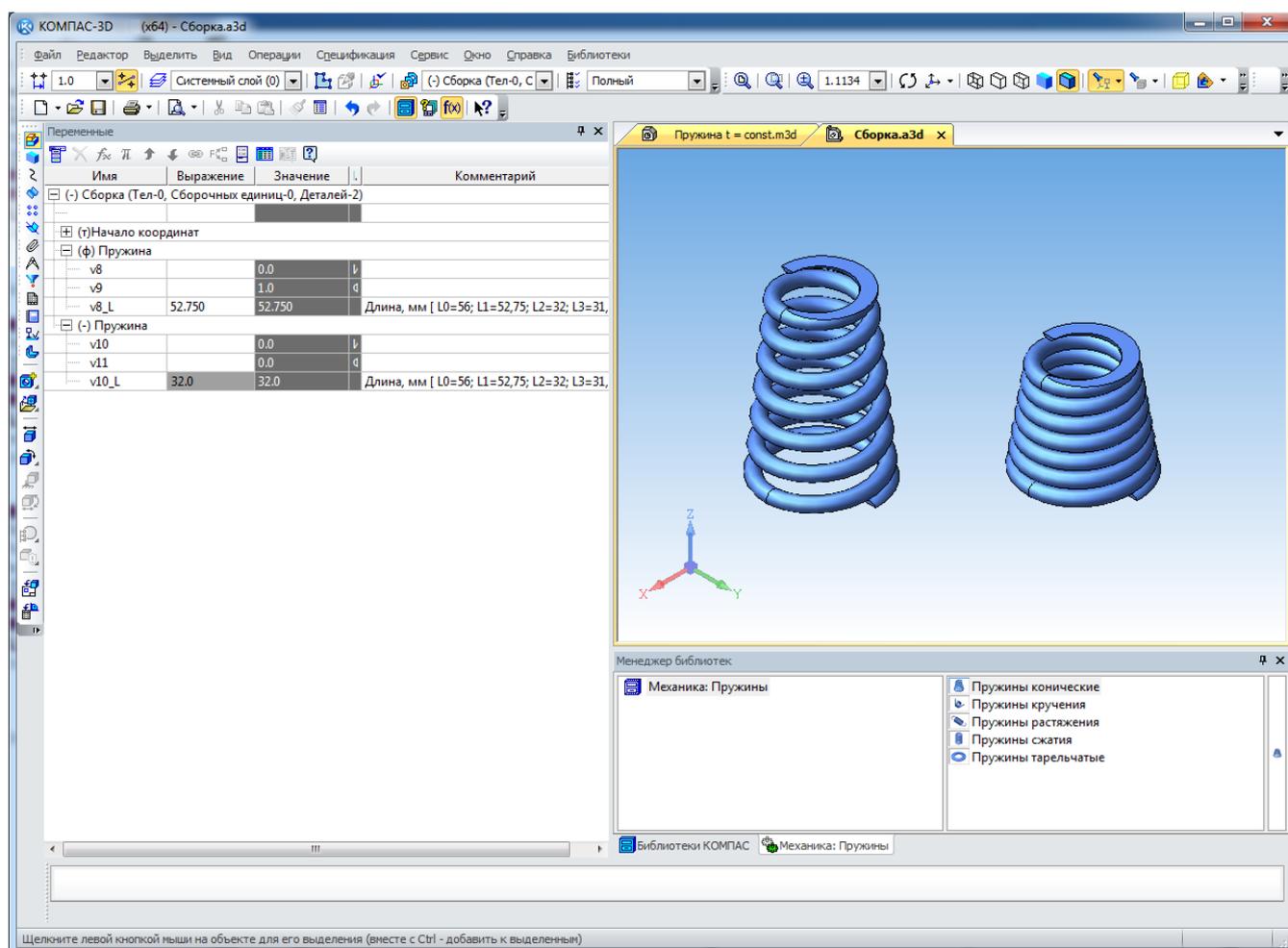
После вставки пружины в сборку вы можете изменять длину пружины, за счет изменения значения внешней переменной L, что позволяет выставить пружину в рабочее состояние или промежуточное.

В поле «Комментарий» окна управления переменными в квадратных скобках указаны значения:

- L0 - длина пружины в свободном состоянии;
- L1 - длина пружины при предварительной деформации;
- L2 - длина пружины при рабочей деформации;
- L3 - длина пружины при максимальной деформации.

Если сила, при предварительной деформации F1 равна нулю, то значение L1 в поле «Комментарий» не выводится.

Использование переменных в 3D модели позволяет одну и ту же модель пружины по разному деформировать в сборке.



Без расчета

Плоский чертеж

Для построения чертежа пружины в главном меню формы «Проектирование конических пружин» выберите «Построение без расчета --> Плоский чертеж».

Построение без расчета - плоский чертеж

Параметры

Вид пружины: Коническая пружина с постоянным шагом

Наименьший диаметр пружины, мм: D1 30

Наибольший диаметр пружины, мм: D2 50

Диаметр проволоки, мм: d 4

Длина пружины в свободном состоянии, мм: L0 57

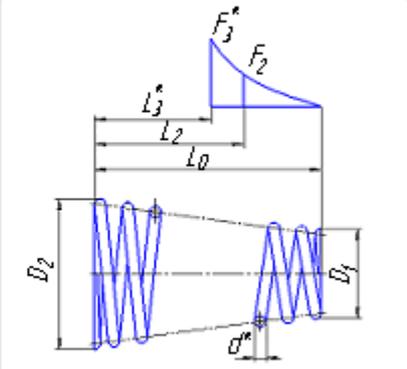
Число рабочих витков: n 6

Число поджатых и обработанных витков с одной стороны: n2=0.75; n3=0.75

Модуль сдвига, МПа: G 78500

Максимальное касательное напряжение, МПа: τ_3 933

Масса, кг: m 0,1



Диаграмма

Сила пружины при предварительной деформации, Н: F1 50

Сила пружины при рабочей деформации, Н: F2 550

Сила пружины при максимальной деформации, Н: F3 733

Длина пружины при предварительной деформации, мм: L1 50

Длина пружины при рабочей деформации, мм: L2 27

Длина пружины при максимальной деформации, мм: L3 26

Материал: Проволока 60С2А-Н-2-ХН-4 ГОСТ 14963-78

OK Отмена

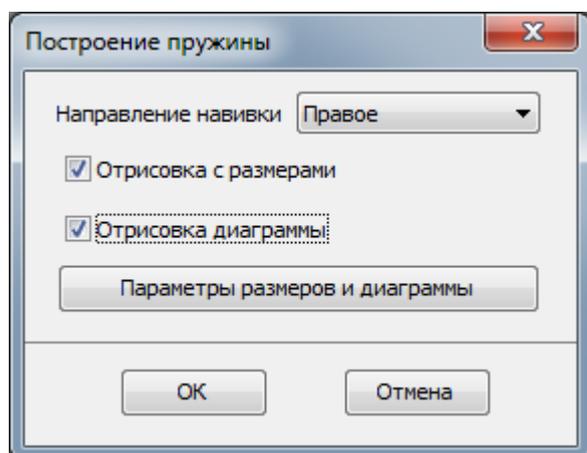
В форме «Построение без расчета - плоский чертеж», необходимо ввести следующие исходные данные:

- вид пружины;
- наименьший диаметр пружины D1;
- наибольший диаметр пружины D2;
- диаметр проволоки d;
- длину пружины в свободном состоянии L0;
- число рабочих витков n;
- число поджатых и обработанных витков с одной стороны пружины;
- модуль сдвига G;
- максимальное касательное напряжение;
- массу пружины;
- материал.

Для построения на чертеже диаграммы установите галочку напротив поля «Диаграмма» и введите следующие данные:

- силу пружины при предварительной деформации F1;
- силу пружины при рабочей деформации F2;
- силу пружины при максимальной деформации F3;
- длину пружины при предварительной деформации L1;
- длину пружины при рабочей деформации L2;
- длину пружины при максимальной деформации L3.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «ОК».



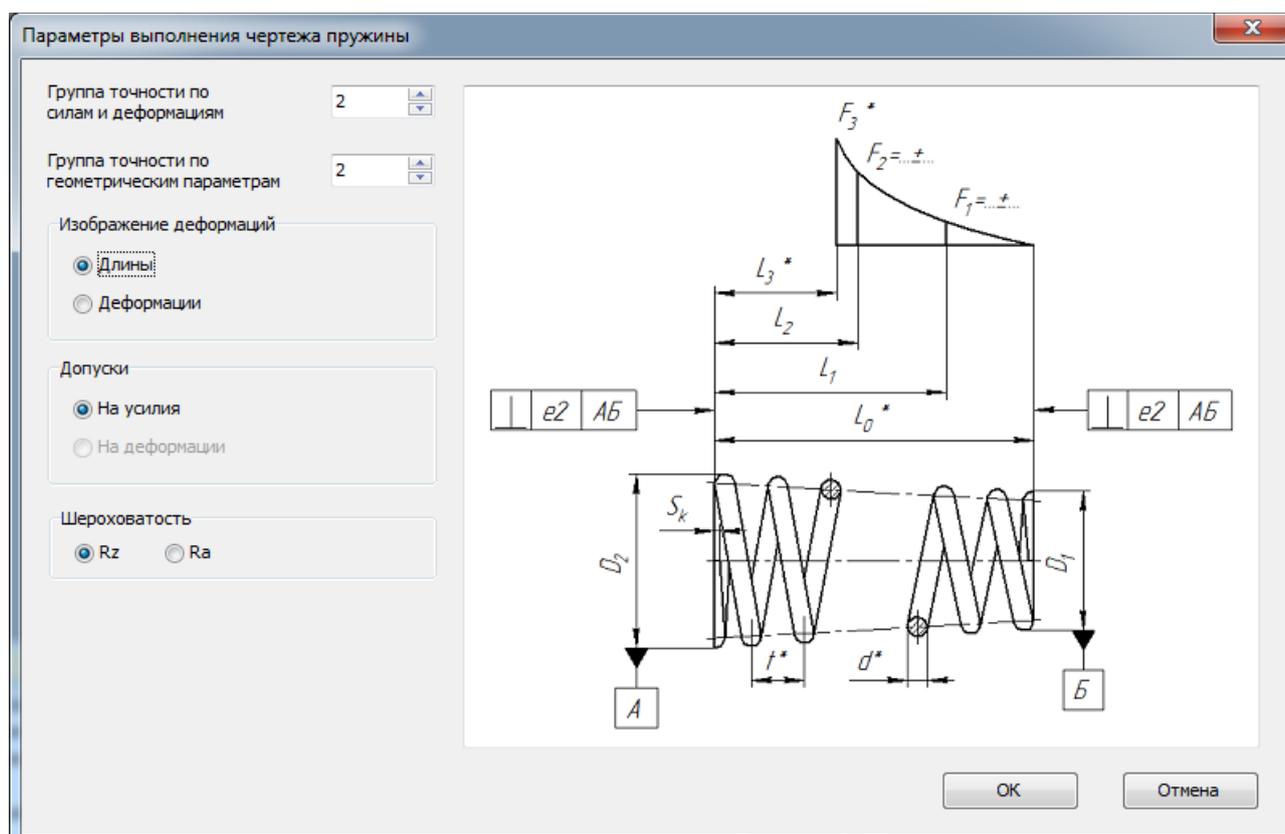
На форме «Построение пружины» вы можете задать параметры размеров и диаграммы, а также выбрать отрисовку размеров и отрисовку диаграммы.



Опция «Отрисовка диаграммы» становится активной, если на форме «Построение без расчета - плоский чертеж» была установлена галочка напротив поля «Диаграмма».

Параметры размеров и диаграммы

При щелчке мышкой на кнопке «Параметры размеров и диаграммы» откроется окно «Параметры выполнения чертежа пружины».



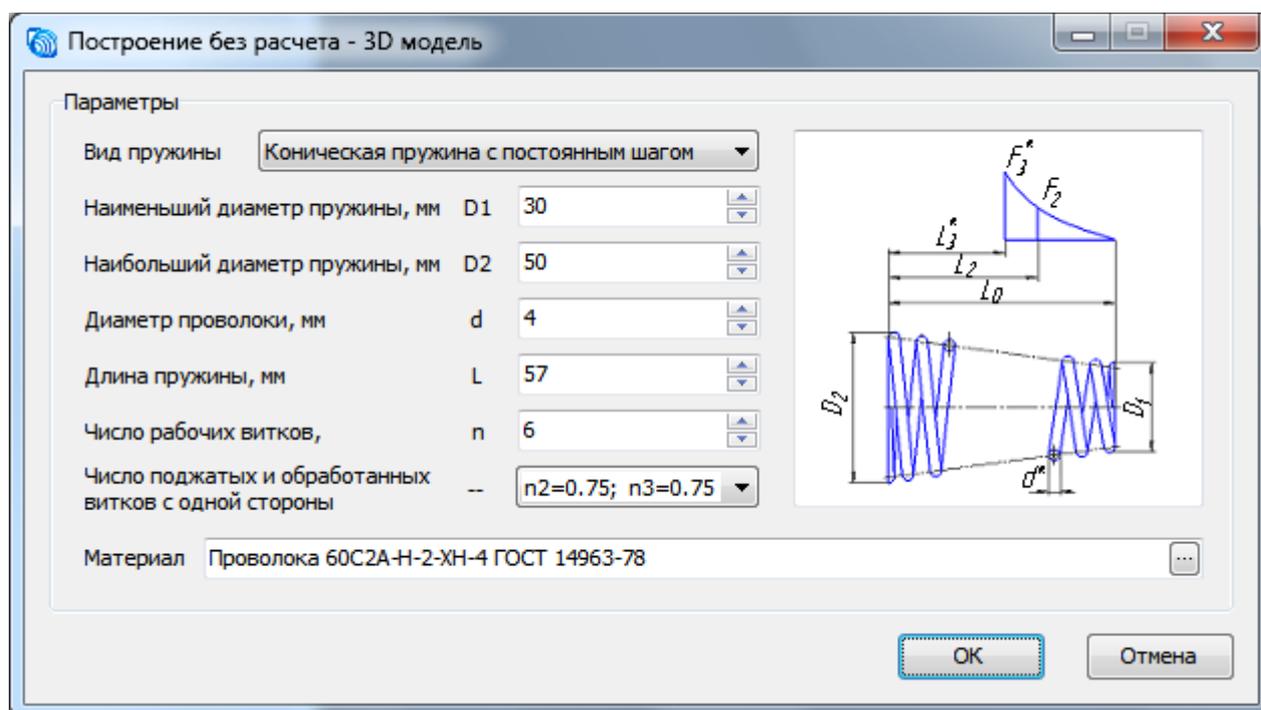
На данной форме вы можете задать группу точности на силы и деформации, группу точности на геометрические параметры, выбрать способ изображения деформаций, выбрать вариант назначения допусков, выбрать единицы шероховатости Ra или Rz.



Кнопка «Параметры размеров и диаграммы» становится активной, если выбран способ отрисовки «Отрисовка с размерами».

Трёхмерная модель

Для построения 3D модели пружины в главном меню формы «Проектирование конических пружин» выберите «Построение без расчета --> Трёхмерная модель».



В форме «Построение без расчета - 3D модель», необходимо ввести следующие исходные данные:

- вид пружины;
- наименьший диаметр пружины $D1$;
- наибольший диаметр пружины $D2$;
- диаметр проволоки d ;
- длину пружины L ;
- число рабочих витков n ;
- число поджатых и обработанных витков с одной стороны;
- материал.

После ввода исходных данных нажмите кнопку «ОК», в результате произойдет построение параметрической 3D модели пружины.

После вставки пружины в сборку вы можете изменять длину пружины, за счет изменения значения внешней переменной L , что позволяет выставить пружину в рабочее состояние или промежуточное.

