

Оформление чертежей в SolidWorks - это так просто!

А.Б. Аведьян,
Директор по маркетингу
Компания SolidWorks Russia

О.Н. Тюльпа
Технический специалист CAD/CAM/CAE
Компания SolidWorks Russia

2D или 3D?

Средства автоматизации проектирования, включающие возможности объемного параметрического моделирования и создания конструкторской документации (КД), все более широко входят в нашу повседневную жизнь. Когда-то, на заре автоматизации, считалось большим достижением начертить чертеж на компьютере (в 2D системе - "электронном кульмане"), и это, действительно, обеспечивало сокращение времени при последующем внесении изменений в документацию. Однако сейчас необходимость вычерчивания проекций и сечений в CAD-системе можно отнести, скорее, к ее недостаткам, поскольку прогресс шагнул далеко вперед, и чертежи теперь создаются на основе 3D моделей, автоматически образмериваются, масштабируются по листу и обновляются при изменении исходной модели.

Ряд систем, представленных сегодня на рынке, обладают перечисленными возможностями, некоторые – меньшим набором, а другие – много большим, однако, важно отметить, что в подавляющем большинстве современных CAD-систем чертежи создаются на основе 3D моделей, что является их важным функциональным преимуществом по сравнению с двумерными "электронными кульманами". Главным образом, к таким преимуществам можно отнести ассоциативную связь чертежа с 3D моделью, обеспечивающую быстрое построение любых проекций, разрезов и сечений, наследование чертежом различных свойств модели (допуски, базы, шероховатости, материалы, информацию о разработчике), автоматическое обновление видов и размеров при внесении изменений в модель и многое другое.

Перечисленные преимущества являются априорным функциональным минимумом любой современной параметрической CAD-системы и не требуют более детального рассмотрения. Однако при создании электронной КД есть и другой важный аспект, на котором следует остановиться более подробно. Это – вопросы, связанные с поддержкой государственных стандартов и оформлением чертежей по ЕСКД. Оказывается, что даже в современных системах, ориентированных на работу в 3D, функциональные возможности чертежного редактора по поддержке ЕСКД являются одним из наиболее важных преимуществ, которые, в конечном счете, непосредственно влияют на сроки выпуска КД. Поэтому в данной статье мы остановимся подробнее на оформлении чертежей в системе SolidWorks, достигшей и успешно сохраняющей лидирующие позиции на мировом рынке САПР уже в течение десятилетия. Надеемся, что читателям, многие из которых сегодня являются официальными пользователями SolidWorks, будет небезынтересно узнать о функциональных возможностях, специальных настройках и методиках применяемых при оформлении чертежей в SolidWorks.

Приёмы оформления чертежей

Прежде чем приступить непосредственно к рассмотрению приемов оформления чертежей по ГОСТ и методик, позволяющих автоматизировать этот процесс, следует отметить, что большинство примеров, приведенных в данной статье, взяты из Базового и Расширенного курсов обучения, разработанных в компании SolidWorks Russia, и опубликованных в книге “SolidWorks. Оформление чертежей по ЕСКД”, а так же на сайте www.solidworks.ru в разделе “Часто задаваемые вопросы”. В отличие от традиционного курса машиностроительного черчения, изложенный в книге материал максимально приближен к практической деятельности инженерно-технического состава предприятий и создаваемой ими документации. Здесь нашли отражение не только сведения о том, КАК надо чертить, но и почему надо чертить именно ТАК, а не иначе; приведена техническая, технико-экономическая и технологическая информация об изготовлении деталей машин с учетом требований машиностроительной технологии, методики конструирования, соблюдения требований ГОСТ. Рассмотрим часто задаваемые вопросы по оформлению чертежей, с которыми обращаются в нашу службу технической поддержки пользователи SolidWorks.

Чертежные виды

Временные оси. Очень часто линии сечения должны проходить точно по центру отверстия или тел вращения. Нет необходимости создавать дополнительную геометрию. Просто привязывайтесь при построении линии сечения к временным осям (осям отверстий и других элементов вращения). Для этого необходимо их включить. В меню **Вид** выберите **Временные оси** и отобразите временные оси.

Скрытие кромок. При отображении ступенчатых разрезов по ГОСТ, кромки, лежащие на границе секущих плоскостей должны быть скрыты. Для этого, удерживая клавишу Ctrl, выберите кромки, которые нужно скрыть, затем нажмите правую клавишу мыши и в контекстном меню выберите **Скрыть кромку**.

Создание вида, перпендикулярного кромке. Для создания вида, перпендикулярного кромке, выберите кромку как показано на рис. 1.1, и нажмите **Вспомогательный вид** панели инструментов «Чертёж». Вид перпендикулярный кромке, стрелка и метка вида «Б» создаются автоматически. Если при этом удерживать клавишу Ctrl, то новый вид можно сразу разместить в произвольном месте чертежа. Для того, чтобы повернуть вид “Б”, выберите на нем кромку цилиндрической бобышки (рис. 1.2), затем выберите в меню **Инструменты/Расстановка видов чертежа/По вертикали**. Вид повернется (рис. 1.3).

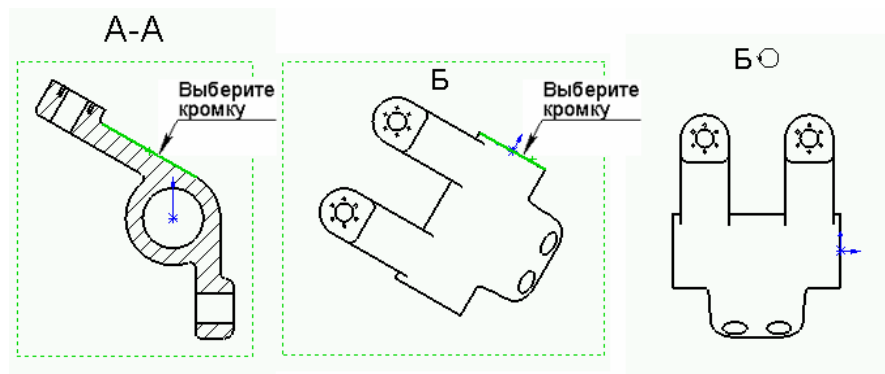






Рис. 1. Создание повернутого вида: 1) Выбор кромки на исходном виде. 2) Подготовка созданного вида к выравниванию по вертикали. 3) Результат операции.

 **Тонкие линии, ограничивающие вырыв.** Кромки, ограничивающие вырыв, в соответствии с ГОСТ должны быть отображены тонкими линиями. Удерживая Ctrl, выберите цепочку кромок, нажмите кнопку **Толщина линии** инструментов **“Формат линии”** и сделайте толщины тонкими (S/2...S/3).


 **Касательные кромки.** Для отображения касательных кромок (кромок скруглений) тонкими линиями по ГОСТ выделите вид, нажмите правую клавишу мыши и выберите **Касательная кромка/линии перехода по стандарту**.

 **Освобождение вида, выровненного относительно родительского.** При создании нового вида удерживайте клавишу Ctrl. Если вид уже создан, выделите его лист в дереве, нажмите правую клавишу мыши и выберите **Выровнять/освободить перемещение видов**.

 **Слои.** С помощью слоев можно управлять видимостью объектов, цветом, типом линий и толщиной линий, созданных на чертеже. Слои применяются для скрытия импортированных, но не используемых размеров, размеров используемых для параметрической связи, а также вспомогательной геометрии. Кроме того, цвет слоя наследуют компоненты сборки, перенесенные на этот слой. Для изменения типов и толщин линий на чертеже отдельных компонентов сборки выделите в дереве компонент, нажмите правую клавишу мыши и выберите **Толщина линии компонента**. Снимите флажок **использовать параметры по умолчанию**, затем назначьте необходимые параметры.

Отображение свойств 3D модели на чертеже

Для автоматического добавления информации в чертеж можно связать текст заметки на листе чертежа или основной надписи чертежа со свойствами документа (в форме \$PRP: "<имя свойства>"). Можно связать заметку со свойством модели, показанной на чертеже (свойством SolidWorks файла или другим свойством, определяемым пользователем в документе модели). Таким образом, рутинная работа выполняется без привлечения пользователя, а все изменения отслеживаются автоматически. При редактировании основной надписи отображается переменная для имени свойства (в форме \$PRPSHEET: "<имя свойства>"). При возвращении к редактированию листа, отображается значение свойства, если оно найдено.

 **Отображение номера листа.** Для отображения текущего номера листа и общего количества листов можно добавить в тело заметки строку: **\$PRP:"SW- Текущий лист"** (табл. 1).



 **Отображение массы детали.** Для отображения вычисленной массы детали можно добавить заметку: **\$PRPSHEET:"Масса"** (табл. 1).

Таблица 1.

Текст заметки	Отображение на чертеже
ЛИСТ \$PRP:"SW- Текущий лист"	ЛИСТ 1
\$PRPSHEET:"Масса"	0.012

 **Полный перечень свойств.** Для того чтобы просмотреть полный перечень свойств, настроенных пользователем в каком-либо из документов SolidWorks, а также для добавления свойств или изменения их значений, выберите в меню SolidWorks: **Файл/Свойства** и в открывшемся окне **Суммарная информация** перейдите на вкладку **Настройка**, если документ содержит одну конфигурацию или значения свойств пользователя во всех конфигурациях одинаковы, и на вкладку **Конфигурация**, если значения свойств пользователя в конфигурациях различаются.

Размеры

SolidWorks – система параметрического моделирования, поэтому все модели и чертежи в ней управляются размерами. Существует два типа размеров:

- **Управляющие размеры**, или размеры, по которым была построена модель. Значения управляющих размеров можно изменять, как находясь в документе модели, так и непосредственно в чертеже. Для отображения управляющих размеров на чертеже выберите меню **Вставка/элементы модели**.
- **Справочные или управляемые размеры**. Значения справочных размеров зависят от управляющих размеров и пересчитываются автоматически. Для добавления справочных или управляемых размеров в чертёж нажмите кнопку **Автоматическое нанесение размеров** панели инструментов **Размеры и взаимосвязи** и проставьте необходимые размеры.

По умолчанию после добавления в чертёж, все размеры отображаются в соответствии с настройками, заданными в шаблоне документа. Отображение управляющих размеров модели на чертеже имеет ряд преимуществ. Изменяя в чертеже значение управляющего размера, можно управлять моделью. Если в чертеже назначить допуски и посадки, то они будут переданы в модель. Ряд утилит для пересчетов допусков и расчета размерных цепочек берут их именно из модели. При отображении размеров модели, можно указывать в каких видах, каких элементов, какие типы размеров и примечаний отображать.



Отображать или не отображать размер. Есть возможность на стадии 3D моделирования указать, что размер не будет отображен на чертеже. Для этого измените выбранную по умолчанию настройку **Пометить размер для импорта в чертеж** окна ввода значения (рис. 2).

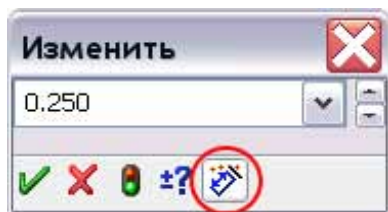


Рис. 2. Пометить размер для импорта в чертеж.



Размер на выносной полке. Часто начинающие пользователи спрашивают, как оформить размер на выносной полке, например для градусных измерений малых углов. Для этого выделите размер, нажмите правую клавишу мыши и выберите **Параметры отображения/сместить текст** (рис. 3).

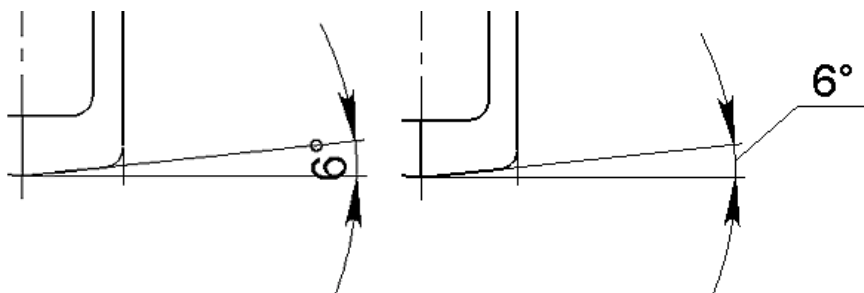


Рис. 3. Размер на выносной полке.



Различные допуски размеров в разных конфигурациях. В SolidWorks имеется возможность хранить в различных конфигурациях не только значения размеров, но и различные значения допусков. Например, можно для чертежа детали размеры можно проставить с допусками, а для сборочного чертежа - использовать конфигурацию детали с размерами без допусков.



Часто используемые стили. Часто используемые стили можно определить подобно тому, как определяются стили абзацев в текстовых документах, для размеров и различных примечаний (заметок, обозначений геометрических допусков, обозначений шероховатости поверхности, обозначений сварного шва). Работа с часто используемыми стилями производится из меню **Менеджера свойств** (рис. 4). Используя часто используемые стили, можно выполнить следующее:

- Сохранить свойства размера или примечания как часть часто используемого объекта.
- Указать понятные имена для часто используемых объектов.
- Применить часто используемые стили для нескольких размеров или примечаний.
- Добавить, обновить и удалить часто используемые стили.
- Сохранить и загрузить часто используемые стили. Кроме того, можно загрузить стили, сохраненные в других документах и расположенные в других папках.

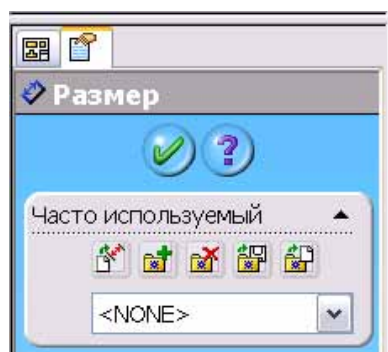


Рис. 4. Часто используемые стили.

Настройки часто используемых стилей можно сохранять в отдельных файлах и загружать их в различные чертежи или поместить их в **Библиотеку проектирования** и использовать их для многократного применения. Расширения файлов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Расширения файлов стилей

Тип объекта	Расширение файла
Размеры	.sldfvt
Заметки	.sldnotefvt
Обозначения отклонений формы	.sldgtolfvt
Обозначения шероховатости поверхности	.sldsffvt
Обозначение сварного шва	.sldweldfvt



Отображение точек виртуального пересечения и привязка к ним выносных линий (линий удлинения) размеров. На поле чертежа также могут быть показаны точки и линии виртуального пересечения кромок модели. Для настройки их отображения в текущем документе выберите меню **Инструменты/Параметры** и в открывшемся диалоговом окне перейдите на вкладку **Свойства документа**, где проверьте, чтобы в разделе **Виртуальная резкость** была

нажата кнопка **Выносная линия** (точки виртуального пересечения будут при этом отображаться как точки пересечения выносных линий) (рис. 5).

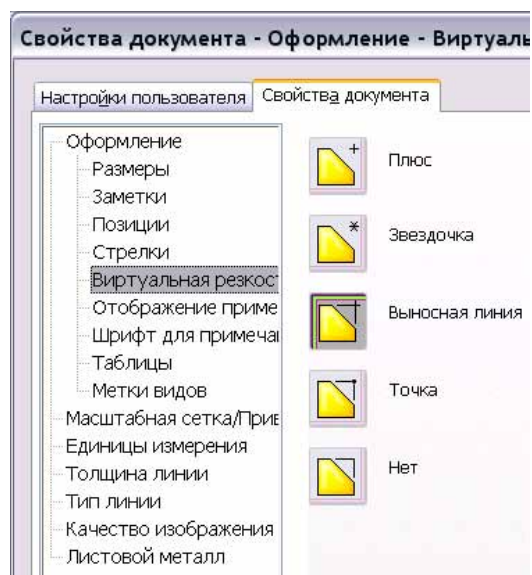


Рис. 5. Настройка виртуальной резкости.

Отображение точки пересечения кромок. Для того чтобы отобразить точку виртуального пересечения кромок модели, выберите с нажатой клавишей **Ctrl** необходимые (скрещивающиеся) кромки и нажмите кнопку **Точечный** панели инструментов «Эскиз». На чертеже появится изображение точки виртуального пересечения в соответствии с заданными выше настройками. Точку можно выбрать, осуществлять привязку к ней выносных линий размеров и т.д.

Простановка размеров по точкам виртуальной резкости. Размер «60» на Чертежном виде (рис. 6) задан до точек виртуального пересечения кромок модели.

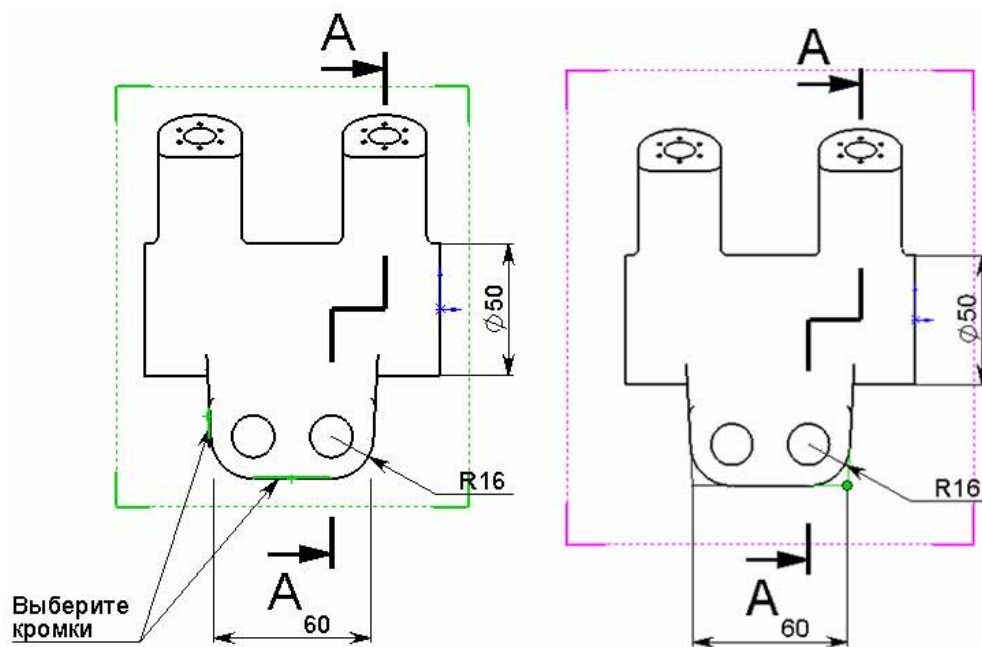


Рис. 6. Работа с точками виртуальной резкости.



Простановка допусков и посадок. В SolidWorks имеется встроенная библиотека допусков и посадок по ГОСТ. При назначении размеру следующих типов допусков: **Посадка, Посадка с допуском, Только допуск**, и выборе обозначения поля допуска из списка стандартных значений, изменение размера (переход его в другой размерный интервал в пределах вышеуказанного поля допуска) повлечёт за собой и изменение предельных отклонений в соответствии их используемому стандарту. Иными словами, каждому значению размера соответствует табулированное значение допуска (рис. 7).



Рис. 7. Обозначение поля допуска.

В силу вышесказанного, назначение размерам типов допусков: **Посадка, Посадка с допуском, Только допуск** и использование списка стандартных значений полей допусков является более предпочтительным, так как поможет предотвратить возможные ошибки в случае изменения модели. В случае назначения допусков «вручную» или с помощью команды **Заметка** конструктор должен будет сам контролировать изменение предельных отклонений при изменении размеров модели.



Создание обозначения допуска в случае равенства нулю одного из предельных отклонений. Зададим для размера значение допуска в соответствии с полем допуска «H8», при этом отобразим только верхнее не равное «0» предельное отклонение. Выделите размер в графической области. В окне **Размер Менеджера свойств** нажмите кнопку **Дополнительные свойства** и в открывшемся диалоговом окне **Свойства размера** нажмите кнопку **Допуск**. Появится диалоговое окно **Допуск размера** (рис. 8). В поле **Тип допуска** выберите **Посадка**; В поле **Посадка отверстия** выберите требуемое обозначение поля допуска «H8». В полях **Максимальная** и **Минимальная вариация** при этом отобразятся стандартные значения «+0,046», «0» верхнего и нижнего предельных отклонений соответствующие данному полю допуска. Введите значение верхнего поля допуска «+0,046». В разделе **Шрифт допуска** отключите параметр **Использовать шрифт размера** и задайте значение коэффициента «0,6» (или «0,5») для высоты шрифта обозначения поля допуска. В разделе **Отобразить допуск** нажмите кнопку **Группа без линии**. Нажмите **ОК** и закройте диалоговые окна. Данный способ является способом задания допуска «вручную». Результат операции показан на рис. 9.

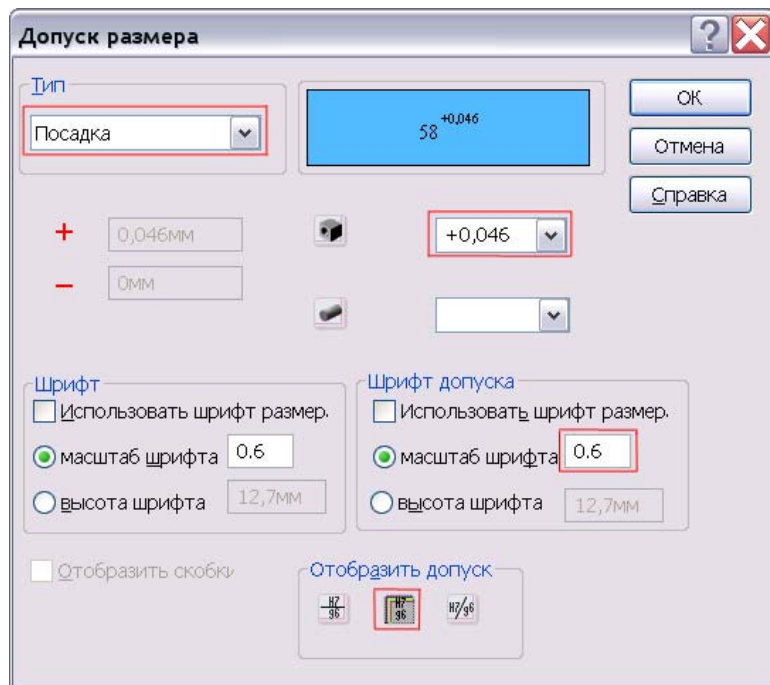


Рис. 8. Настройка параметров допуска размера.

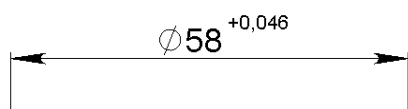


Рис. 9. Результат назначения допуска с нулевым предельным отклонением.

Создание укороченных диаметров и радиусов. В документах чертежей можно создавать укороченные диаметры и радиусы, указывая их размеры. При указании такого размера отображается зигзагообразная линия (рис. 10).

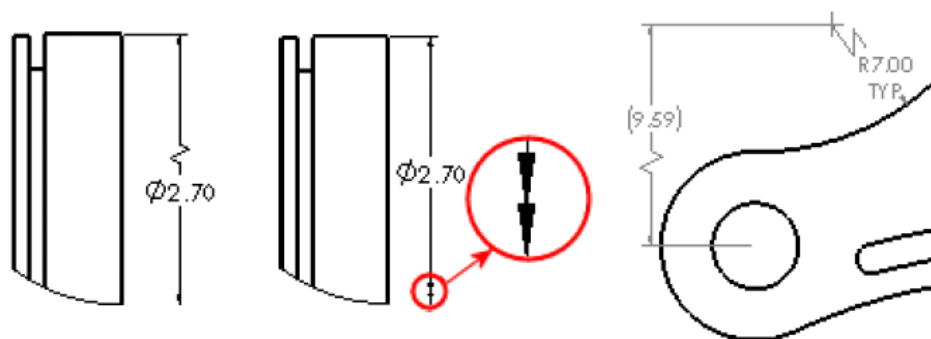


Рис. 10. Размеры укороченных диаметров и радиусов.

Примечания

Важным средством оформления чертежей являются примечания, функциональный набор которых собран на одноименной панели инструментов (рис. 11). К примечаниям относятся: заметка, отклонение формы, шероховатость, позиция, база, обозначение сварного шва, блок, штриховка, указатель центра, осевая линия, условное изображение резьбы и др.

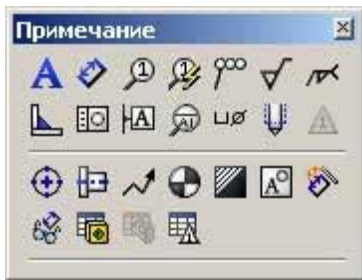


Рис. 11. Панель инструментов Примечания.

Одним из наиболее часто используемых инструментов при оформлении чертежей является **Заметка**, которая может отображаться с выноской, указывающей на элемент (грань, кромку или вершину) документа, может содержать простой текст, символы, параметрический текст или гиперссылки. Выноска может быть прямой, изогнутой или с изогнутыми указателями. При оформлении технических требований в заметку можно добавить другие примечания, например символы шероховатости.

? **Шероховатость на выносной полке.** При вставке примечания в заметку можно либо выбрать примечание, уже существующее в чертеже (щелкнув по нему, при этом сохранится ассоциативная связь), либо создать новое в окне **Заметка Менеджера свойств**. С помощью этого способа можно оформить отображение шероховатости по ГОСТ в случае, когда шероховатость располагается на выносной полке (рис. 12).

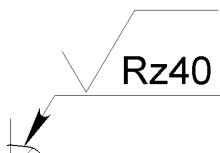


Рис. 12. Шероховатость на выносной полке.

? **Отображение в примечании значения размера, связанного с параметром модели.** Для этого находясь в редактировании заметки, щелкните по размеру на чертеже. В заметку добавится параметрический текст вида **R"D1@Скругление2@Шкив-Часть детали-1-1@Чертежный вид1"**. После выхода из режима редактирования заметки, отобразится значение размера.

? **Простановка размеров с множественными указателями.** Чтобы добавить несколько выносных линий (рис. 13), во время перетаскивания заметки и перед ее размещением нажмите клавишу **Ctrl**. Перемещение заметки остановится, и появится вторая выноска. Не отпуская клавишу **Ctrl**, нажмите там, где необходимо разместить выноску. Нажимайте необходимое число раз для размещения дополнительных выносок. Отпустите клавишу **Ctrl** и нажмите в том месте, где необходимо разместить заметку. Затем, находясь в режиме ее редактирования, наберите R и выберите в графической области существующий размер R0,5. Выйдите из редактирования заметки. После этого, скройте существующий размер с единичной выноской.

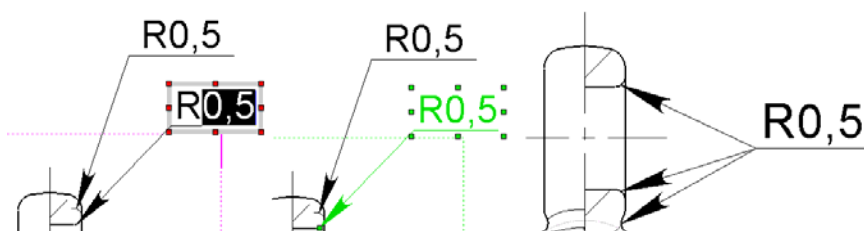


Рис. 13. Простановка размеров с множественными указателями.

Для часто используемых элементов чертежа можно создать, сохранить, редактировать или вставить блоки, например, стандартных заметок, блоков заголовков, расположений меток и т.д. Блоки могут содержать текст и любые объекты эскиза, позиции, импортированные объекты и текст, а также штриховку. Блоки можно прикреплять к геометрии или чертежным видам, а также вставлять их в основные надписи. Если на вашем предприятии используются специфические условные значки, вы всегда можете создать блоки, содержащие нужные графические и текстовые элементы.



Создание знака неуказанной шероховатости. Рассмотрим применение блоков на примере создания знака неуказанной шероховатости (рис. 14). Откройте редактор блоков с помощью меню **Инструменты, Блок, Создать**. Начертите тонкими линиями с помощью дуг и отрезков внутренний значок в соответствии с чертежом. Затем, начертите утолщенными линиями с помощью отрезков внешний значок в соответствии с чертежом. Задайте для точки, помеченной зеленым цветом (см. рис.), координаты -10,-10 и зафиксируйте ее. Добавьте значение параметра обработки заметкой Rz40. Создайте два слоя: геометрия шероховатости, размеры шероховатости. Размеры поместите на слой “размеры шероховатости” и скройте его. Геометрию и значение Rz40 поместите на слой “геометрия шероховатости”. Сохраните блок. Он автоматически попадает в папку “Блоки” в дереве конструирования. Добавьте его на поле чертежа. Сохраните блок в **Библиотеку проектирования** для дальнейшего использования.

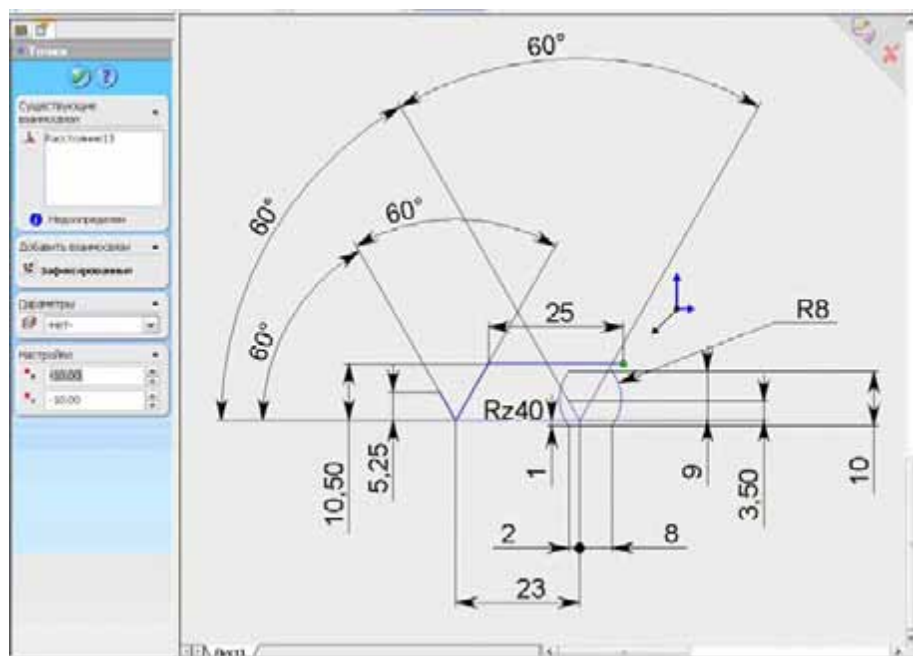


Рис. 14. Создание знака неуказанной шероховатости.

Тяжело в учении - легко в бою

Итак, мы рассмотрели некоторые приемы оформления чертежей по ГОСТ, из Базового и Расширенного курсов обучения SWR. Заметим, что проведение обучения является одним из важных аспектов деятельности компании SolidWorks Russia. Для чего это делается? Ведь простота и удобство пользовательского интерфейса SolidWorks признаны во всем мире. Поддержка ГОСТ, русификация и грамотно составленное руководство пользователя, делают эту программу очень привлекательной в России и СНГ.

Дело в том, что от года к году функциональные возможности SolidWorks растут в геометрической прогрессии. Сегодня SolidWorks перешагнул 10-летний рубеж. Многообразие и комплексность программных решений делают освоение системы для многих из пользователей далеко не тривиальной задачей. Поэтому обучение многократно сокращает время освоения системы, в течение которого, пользователь становится грамотным специалистом, способным эффективно применять инструментарий программы, необходимый ему для решения практически любых поставленных задач, касающихся как моделирования, так и оформления документации по ЕСКД. По окончании обучения и успешной сдачи экзамена, пользователи получают сертификат SolidWorks международного образца (рис. 15), который подтверждает их навыки. Известно, что в настоящее время, отдается предпочтение сертифицированным специалистам, как на рабочих местах, так и при приеме на работу.



Рис. 15. Сертификация специалистов ГУП КБП в 2005 г.

Кроме Базового и Расширенного курсов компания SolidWorks Russia предлагает более 50 (!) специализированных курсов обучения: по проектированию пресс-форм и штампов, механообработке и электрике, управлению данными и инженерному анализу, а также другим дополнительным модулям. А тем специалистам, которые предпочитают самостоятельную работу мы рекомендуем следующие книги:

- **SolidWorks. Оформление чертежей по ЕСКД.** И.В.Щёкин, С.А.Каплун. Изд. SWR, 2005.
- **SWR-PDM/SWR-Workflow. Учебное пособие.** М.Г.Холин, Е.Б.Шустров, Д.В.Лисеев. Изд. SWR, 2005.
- **SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике.** А.А.Алямовский, А.А.Собачкин, Е.В.Одинцов, Н.Б.Пономарев, А.И.Харитонович. Изд. BHV-СПб., 2005.
- **SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов.** А.А.Алямовский. Изд. ДМК Пресс, 2004.

Актуальную информацию о SolidWorks и модулях можно получить на web-сайте компании SolidWorks Russia (www.solidworks.ru) и в наших ежемесячных публикациях. Официальные пользователи могут обращаться со всеми возникающими вопросами в службу технической поддержки SWR по электронной почте support@solidworks.ru и телефонам 995-80-32, 937-19-45.