

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 САД-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 САД-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 САД-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).

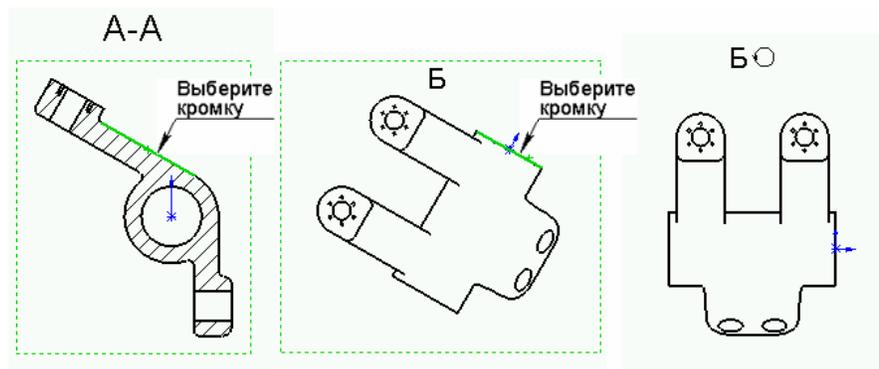


Рис. 1. Создание повернутого вида: 1) Выбор кромки на исходном виде. 2) Подготовка созданного вида к выравнению по вертикали. 3) Результат операции.

 **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).

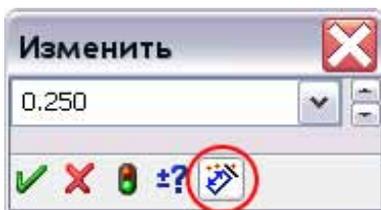


Рис. 2. Пометить размер для импорта в чертеж.

? **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).

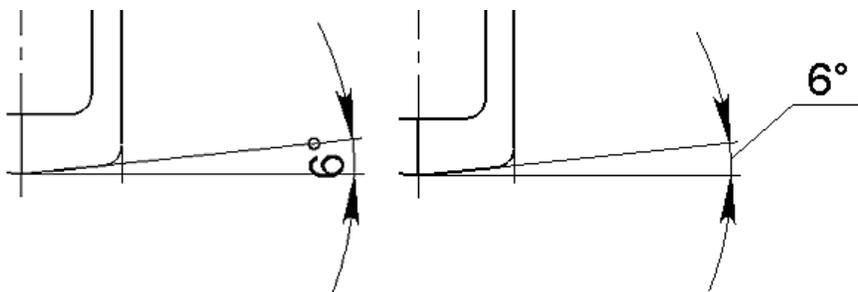


Рис. 3. Размер на выносной полке.

? **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.

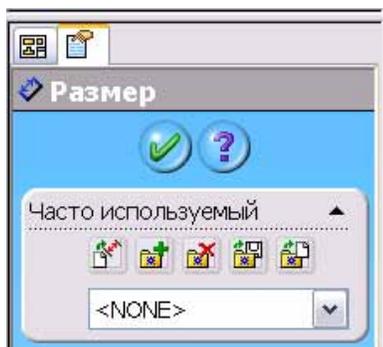


Рис. 4. Часто используемые стили.

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).

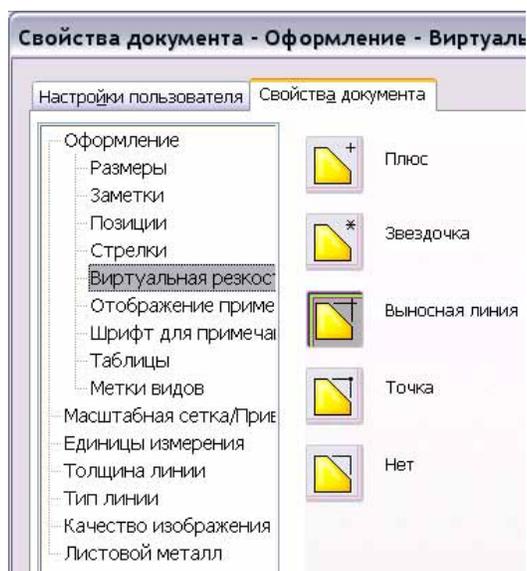


Рис. 5. Настройка виртуальной резкости.

? **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.

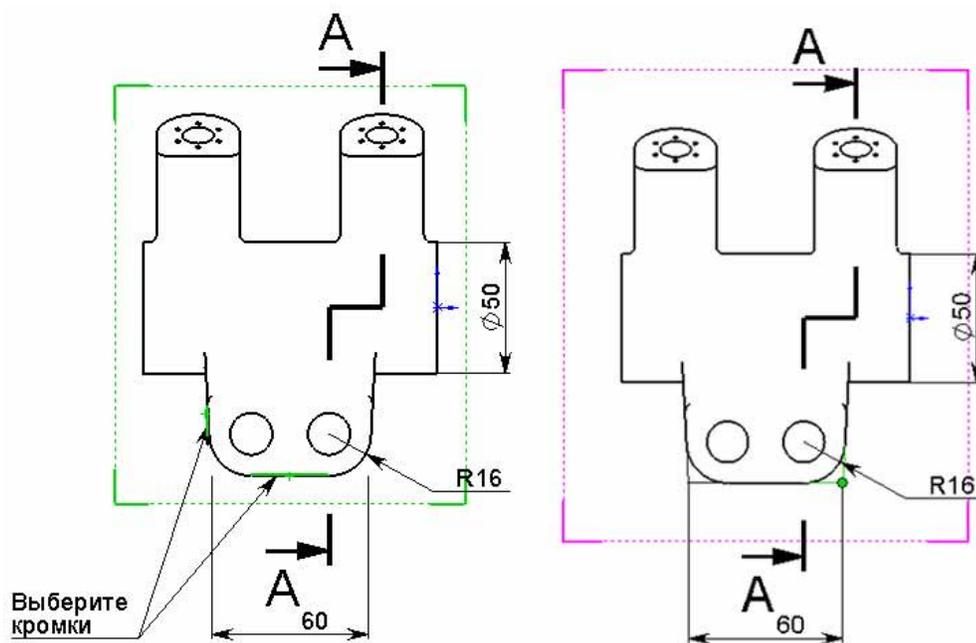


Рис. 6. Работа с точками виртуальной резкости.

? **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.

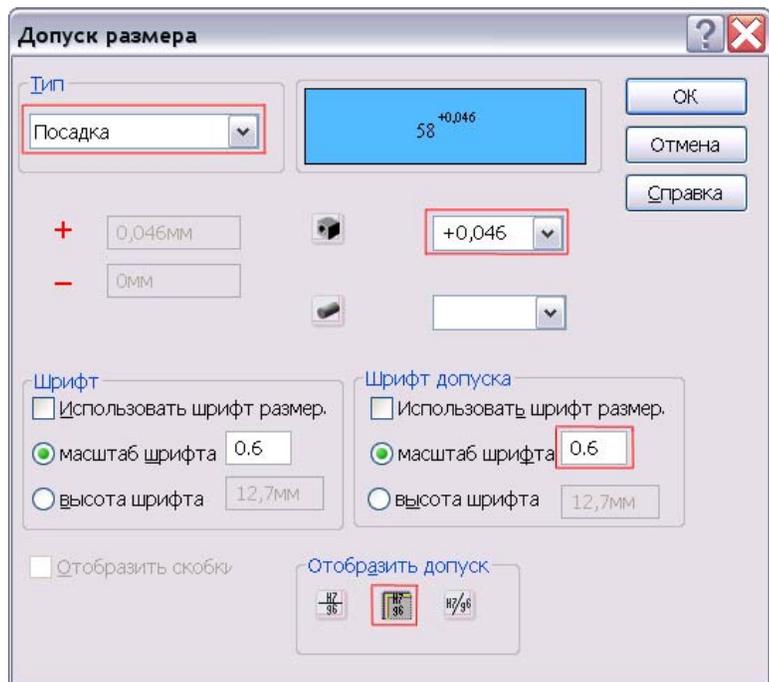


Рис. 8. Настройка параметров допуска размера.

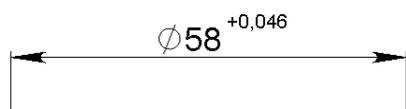


Рис. 9. Результат назначения допуска с нулевым предельным отклонением.

? **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).

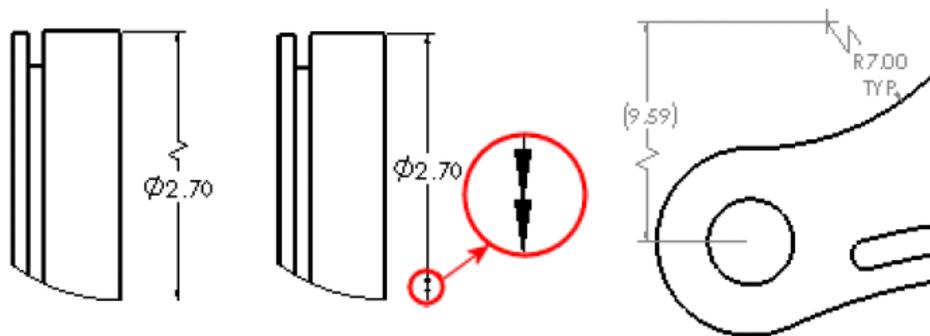


Рис. 10. Размеры укороченных диаметров и радиусов.

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.

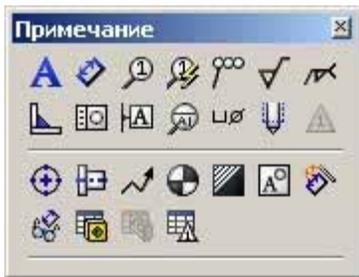


Рис. 11. Панель инструментов Примечания.

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).

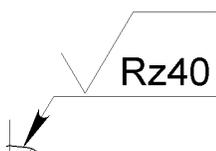


Рис. 12. Шероховатость на выносной полке.

? **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.

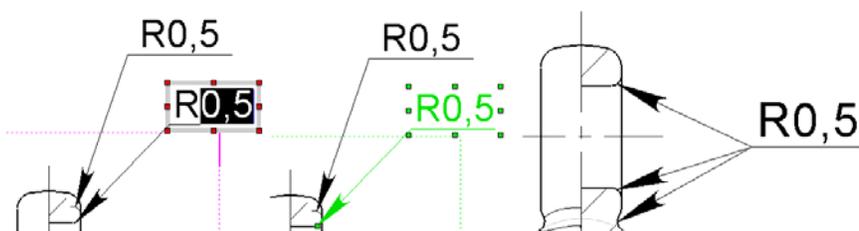


Рис. 13. Простановка размеров с множественными указателями.

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.

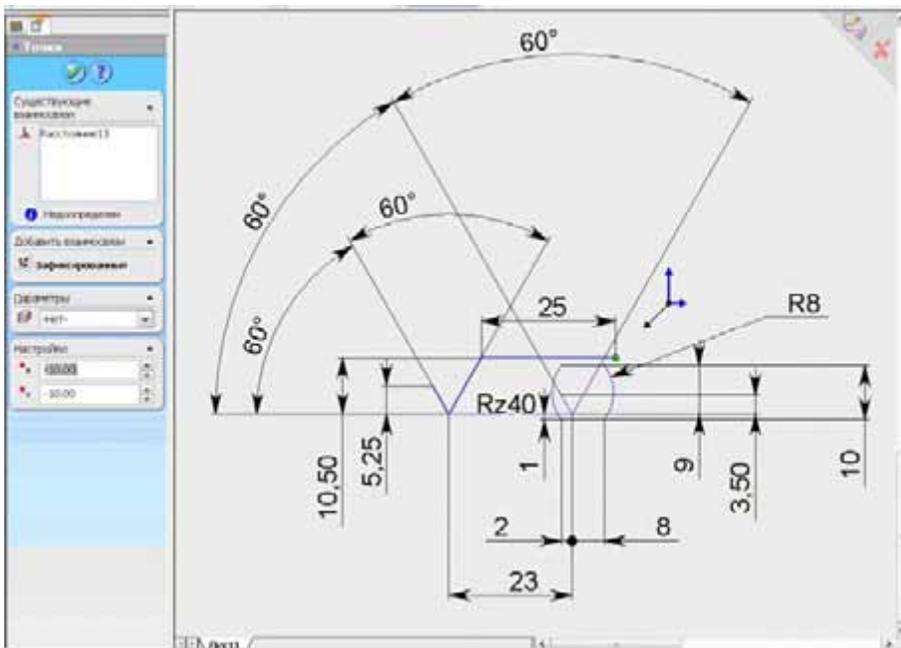


Рис. 14. Создание знака неуказанной шероховатости.

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.Лисев. 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. ВHV-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.