

В 3ds Max есть два независимых друг от друга набора инструментов для работы с булевыми операциями - составной объект **Boolean** (Булева операция) и модуль **ProBooleans**. В большинстве случаев имеет смысл использовать именно модуль **ProBooleans**, поскольку результаты его работы более корректны.

Порядок создания булевых объектов

При использовании составного объекта **Boolean** (Булева операция) необходимо выполнить следующие действия.

1. Выделить первый объект (объект А), который будет участвовать в образовании модели, созданной после выполнения булевой операции.
2. Перейти на вкладку **Create** (Создание) командной панели, выбрать в категории **Geometry** (Геометрия) строку **Compound Objects** (Составные объекты) и нажать кнопку **Boolean** (Булева операция).
3. Установить параметры булевой операции.
4. Нажать кнопку **Pick Operand B** (Выбрать операнд В) в свитке **Pick Boolean** (Выбрать булев объект) и щелкнуть на втором объекте (объект В, который будет участвовать в операции).

При использовании модуля **ProBooleans** порядок действий остается тем же, однако вместо составного объекта **Boolean** (Булева операция) используется составной объект **ProBoolean** (Пробулевы объекты). Параметры булевой операции указываются в настройках этого объекта, а для начала выполнения выбранной операции нужно нажать кнопку **Start Picking** (Начать выбор).

Существует четыре типа булевых операций. Опишем каждый из них.

Union (Сложение)

Булево сложение объектов подразумевает построение модели на основе поверхностей двух и более объектов. При использовании булева сложения объекты, которые принимают участие в операции, становятся одним целым, то есть на их основе формируется единый объект.

Внешне поверхность, полученная в результате булева сложения, и поверхность сгруппированных объектов, кажутся одинаковыми, однако между ними есть существенные различия. Во-первых, при выполнении булева сложения отсекаются невидимые участки объектов. Во-вторых, топология ребер и вершин полученной поверхности отличается от полигональной структуры исходных объектов.

Если объекты отображаются в режиме **Smooth + Highlights** (Сглаживание и блики) и при этом вспомогательный режим **EdgedFaces** (Контурные ребра) отключен, то определить, что операция булева сложения прошла, вы сможете по смене цветов. В этом случае все объекты, которые принимали участие в операции, изменят свой цвет на цвет первого объекта. Это будет указывать на то, что на их основе образована единая поверхность. Наблюдать действие операции **Union** (Сложение) удобнее всего в режиме отображения **Wireframe** (Каркас), в котором видна сетчатая оболочка объекта. Посмотрите, например, на два пересекающихся цилиндра до (рис. 7.1) и после (рис. 7.2) выполнения операции булева сложения.

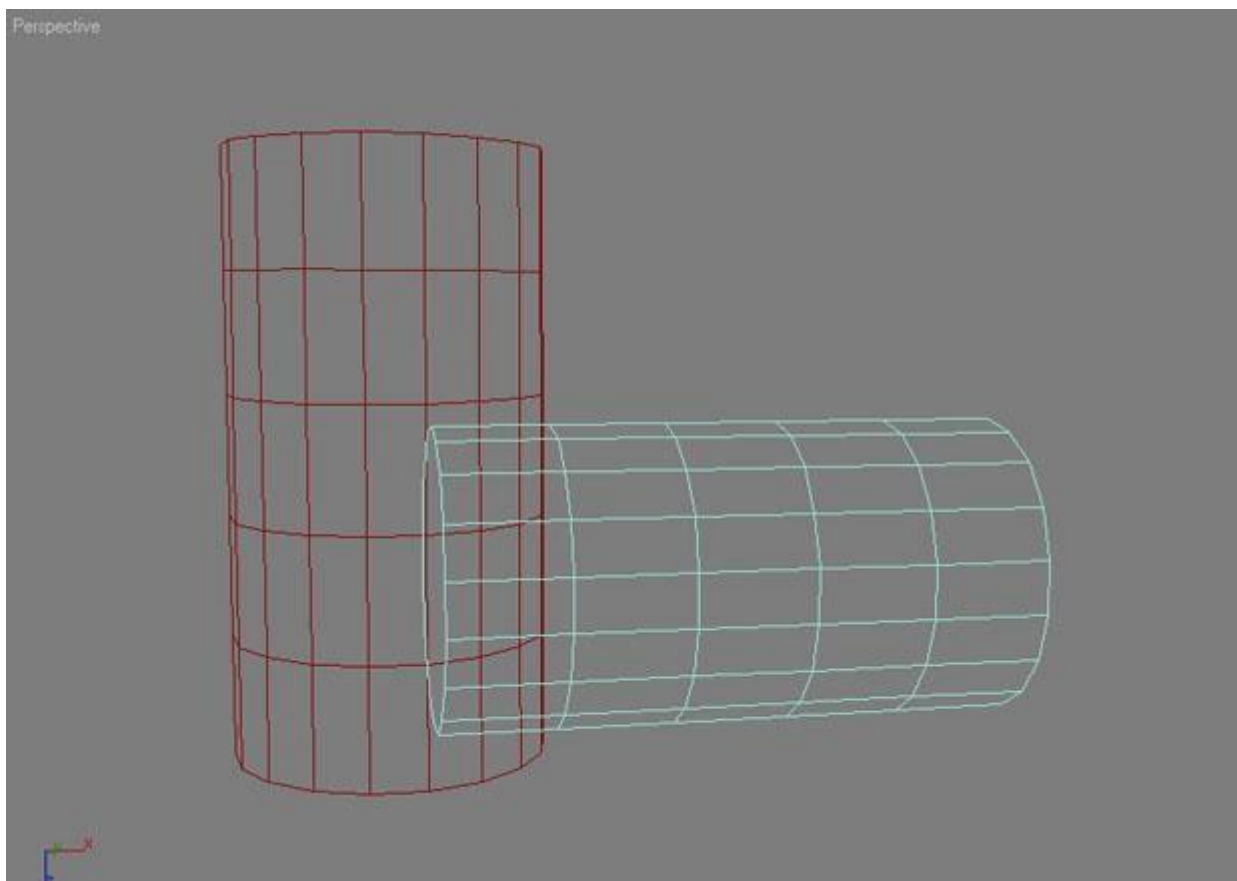


Рис. 7.1. В режиме отображения Wireframe (Каркас) видно, что один цилиндр заходит в другой

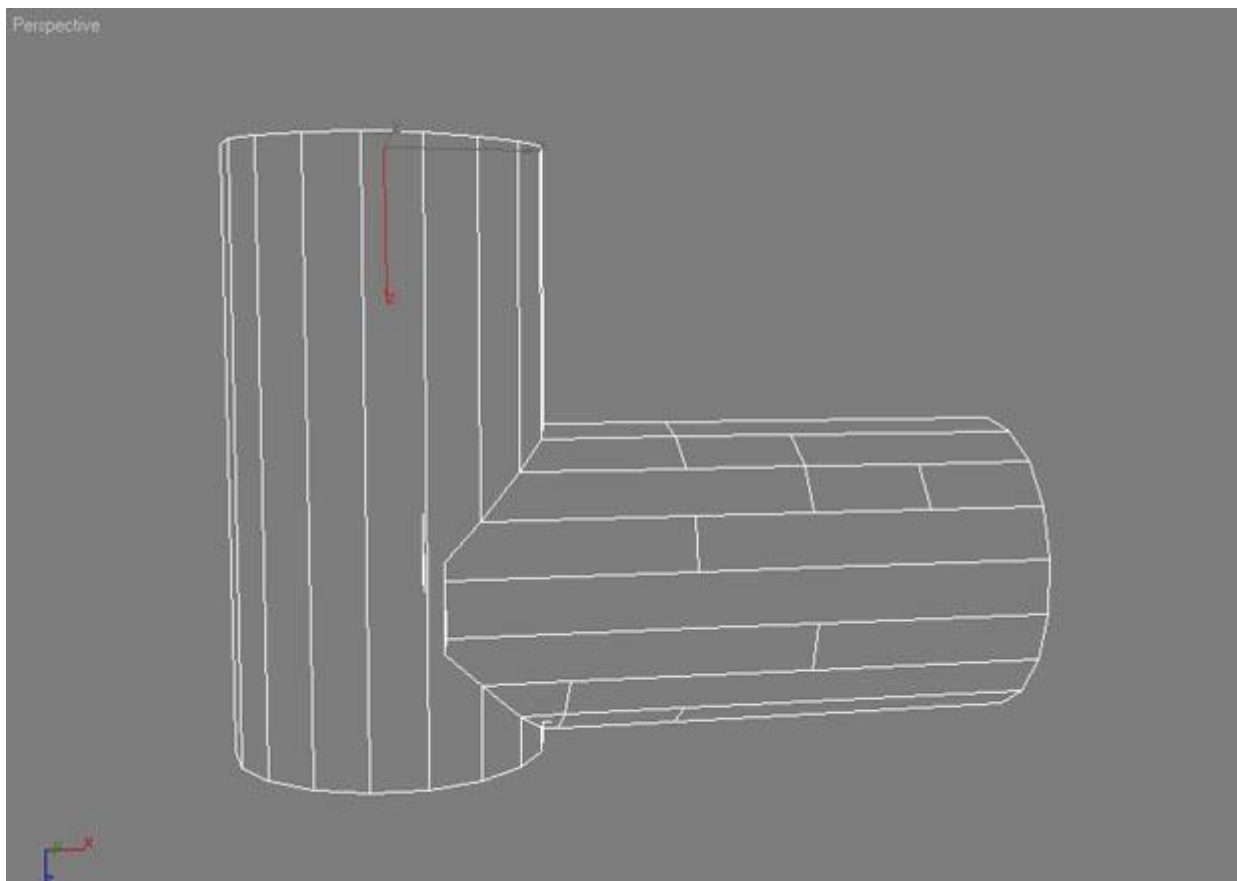


Рис. 7.2. После булева сложения на основе поверхностей примитивов был образован единый объект

Intersection (Пересечение)

Булево пересечение подразумевает отсечение всех непересекающихся частей объектов, которые принимают участие в операции. Иными словами, образованный в результате выполнения этой операции объект будет иметь форму, общую для пересекающихся поверхностей.

Поскольку область пересечения цилиндров невелика, результатом выполнения операции пересечения будет небольшой объект (рис. 7.3).

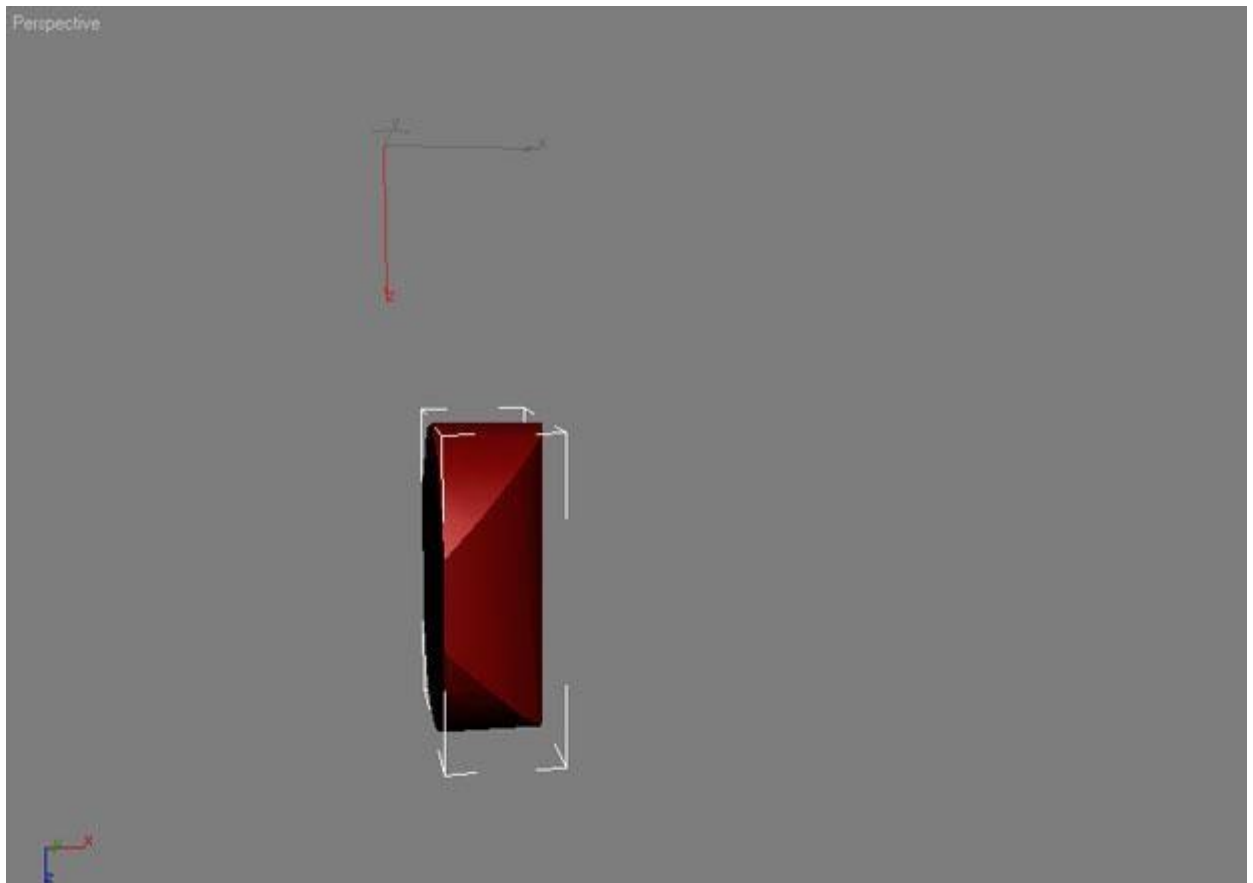


Рис. 7.3. Результат булевой операции Intersection (Пересечение)

Subtraction (Вычитание)

Булево вычитание - это операция, противоположная булевому пересечению. В результате ее применения будет образована модель, которая включает в себя ту часть первого объекта, принимающего участие в операции, которая не пересекается со вторым объектом. При выполнении этой операции составным объектом **Boolean** (Булева операция) можно указать, какой объект из какого вычитается: первый из второго (**Subtraction (B-A)**) или второй из первого (**Subtraction (A-B)**).

В случае с цилиндрами мы сможем получить два разных результата. На рис. 7.4 показано вычитание из цилиндра, который установлен вертикально, а на рис. 7.5 - вычитание из цилиндра, установленного горизонтально.

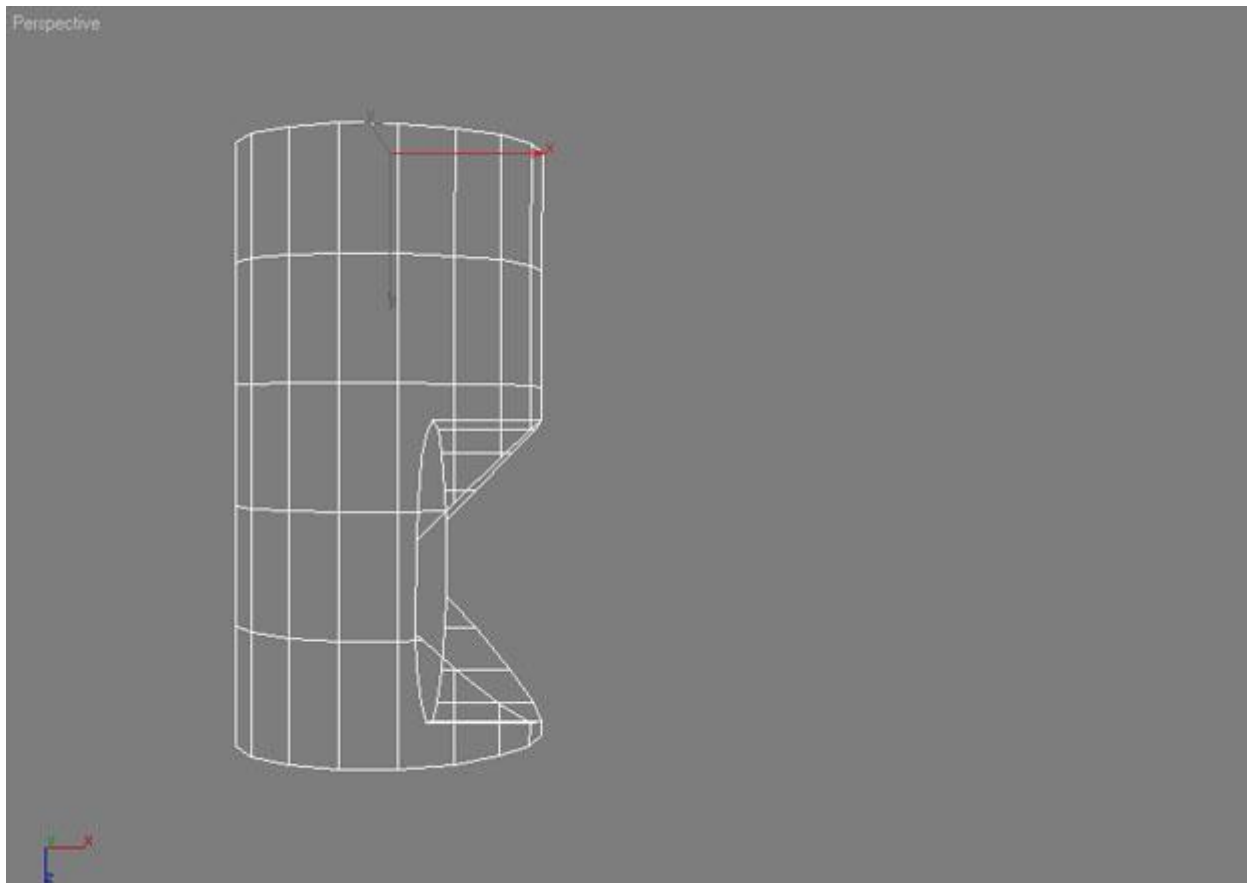


Рис. 7.4. Первый результат выполнения операции булева вычитания

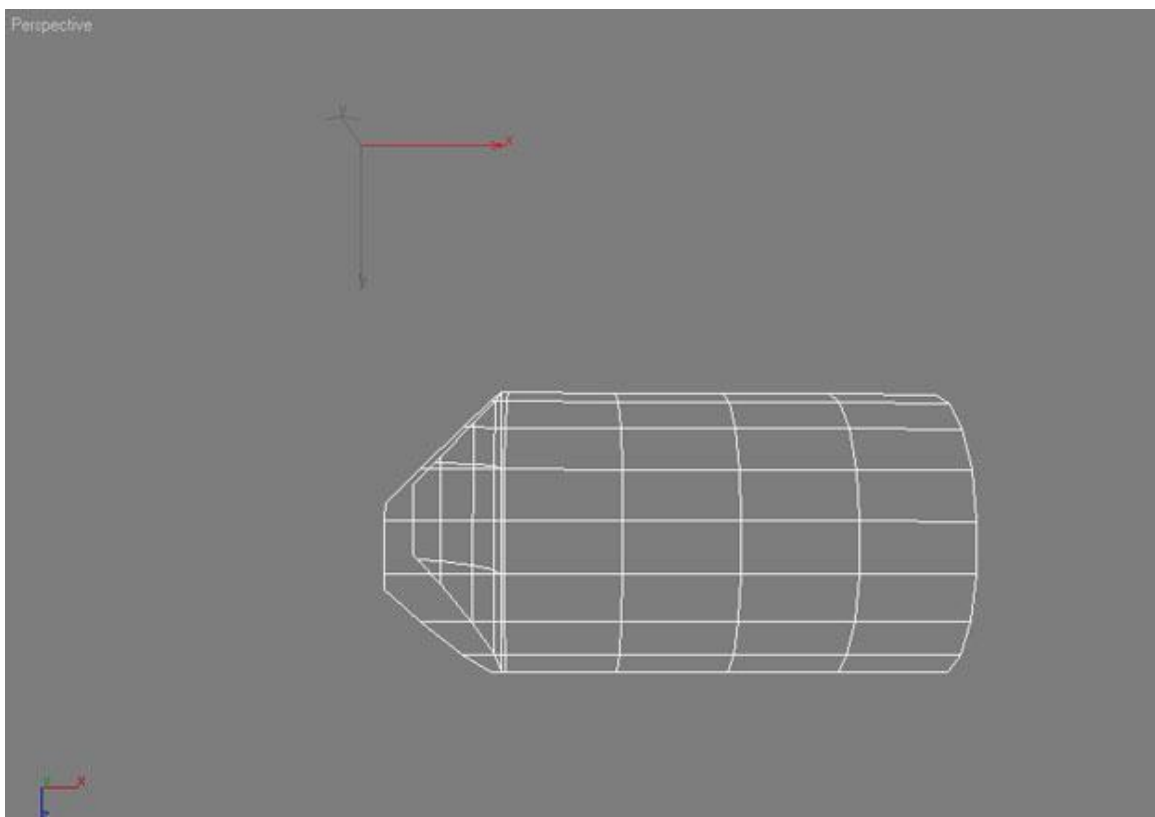


Рис. 7.5. Второй результат выполнения операции булева вычитания

При работе с составным объектом **ProBoolean** (Пробулевы объекты) нельзя указать порядок выполнения операции. Из того объекта, который был выделен первым, будет выполнено вычитание второго объекта.

Cut (Разрезание)

Эта операция предназначена для разрезания одного объекта другим. Линия разреза проходит по тому месту, где два объекта пересекаются, и ее форма определяется формой второго объекта, принимающего участие в операции. При выполнении этой операции с помощью составного объекта **Boolean** (Булева операция) можно выбрать один из четырех типов данной операции, которые применяются в разных случаях.

При использовании варианта **Refine** (Детализация) в топологию результирующего объекта включаются дополнительные ребра по периметру пересечения оболочек объектов (рис. 7.6). Чтобы разбить объект на два элемента, имеет смысл выбирать вариант **Split** (Разделить).

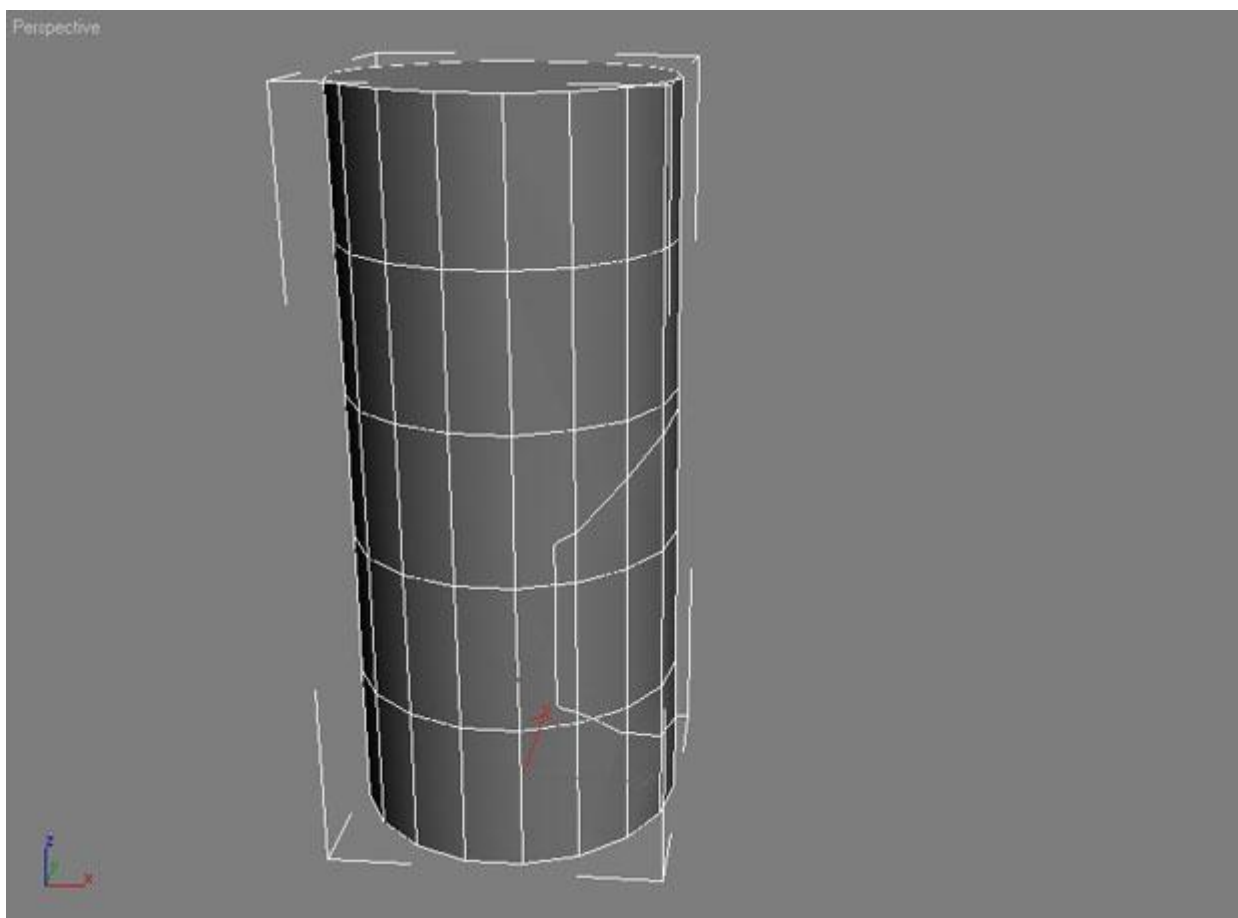


Рис. 7.6. Выполнение операции Cut (Разрезание) с выбранным вариантом Refine (Детализация)

Примечание. Работать с каждым из элементов вы сможете после преобразования объекта в редактируемую поверхность (см. лекцию 5) или назначения ему соответствующего модификатора.

Результаты, полученные при выборе вариантов **Remove Inside** (Удалить внутри) (рис. 7.7) и **Remove Outside** (Удалить снаружи) (рис. 7.8), напоминают два варианта выполнения операции **Subtraction** (Вычитание). Разница состоит в том, что в данном случае в том месте, где поверхности взаимодействующих объектов пересекаются, образуется отверстие.

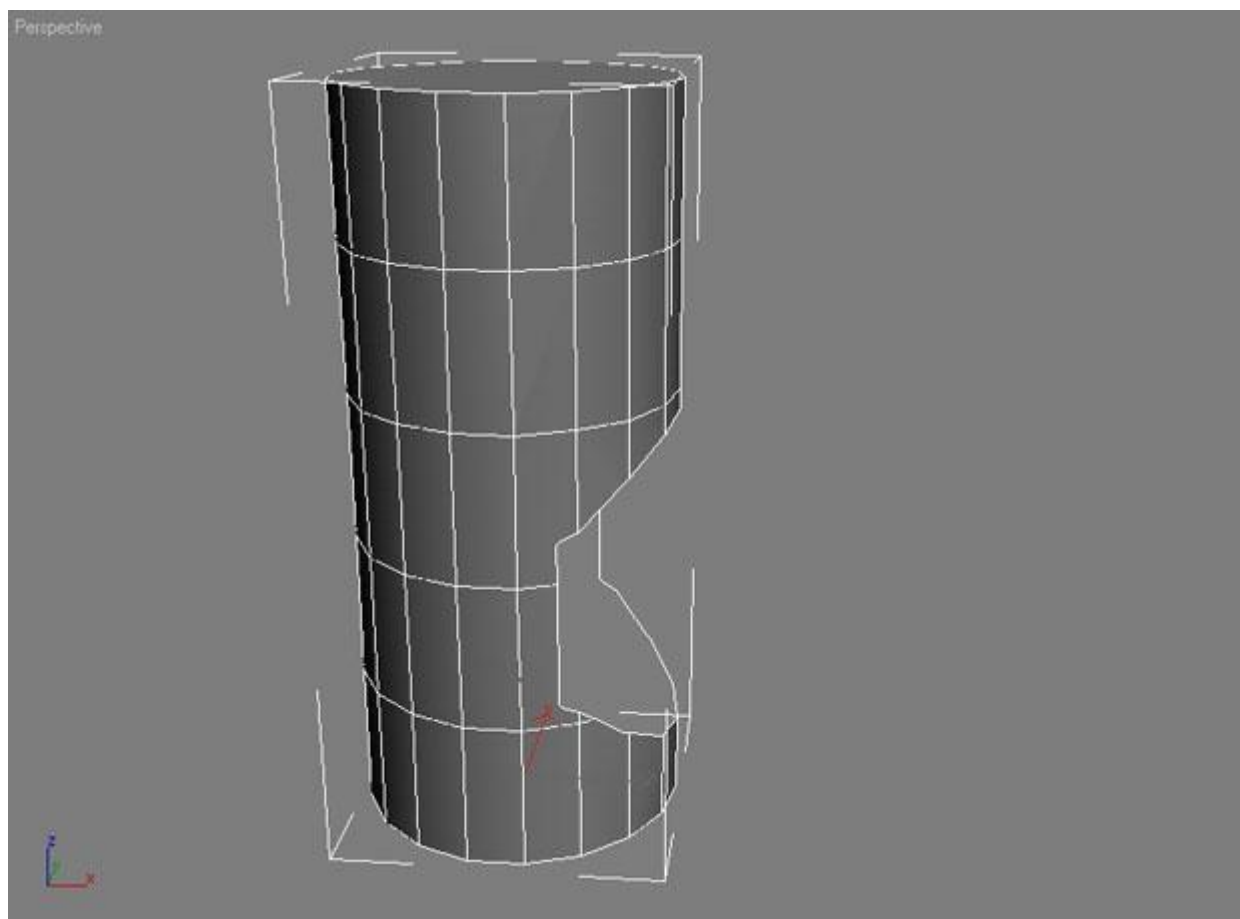


Рис. 7.7. Результат выполнения операции Cut (Разрезание) с выбранным вариантом Remove Inside (Удалить внутри)

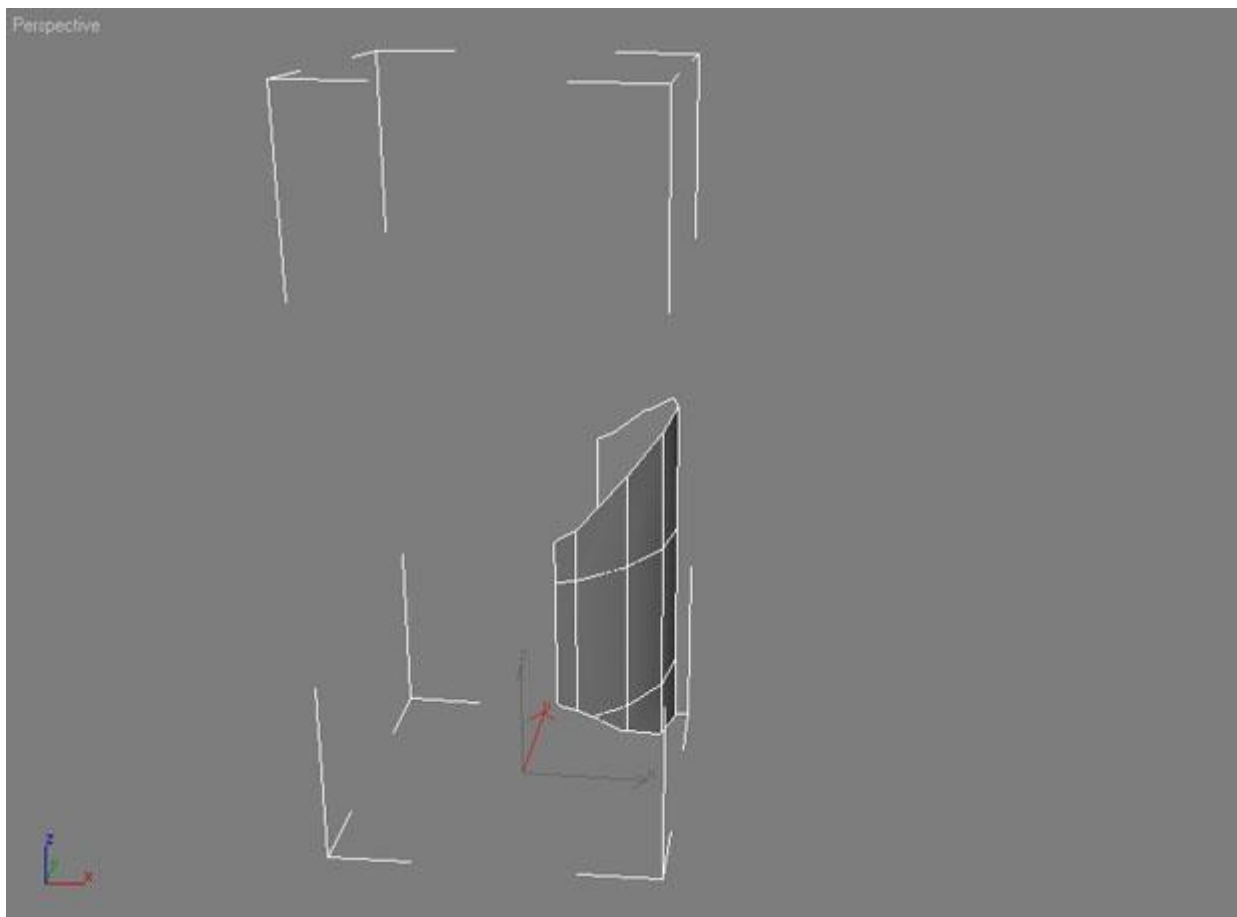


Рис. 7.8. Результат выполнения операции Cut (Разрезание) с выбранным вариантом Remove Outside (Удалить снаружи)

В составном объекте **ProBoolean** (Пробулевы объекты) операцию **Cut** (Разрезание) заменяют параметры **Imprint** (Оттиск) и **Cookie** (Печенье). Они являются взаимоисключающими - если используется одна из них, то вторую применять нельзя.

При выполнении булевых операций с установленным флажком **Imprint** (Оттиск) в геометрию второго объекта будут включены новые ребра по периметру пересечения двух объектов. Параметр **Imprint** (Оттиск) дает возможность получить один и тот же результат, независимо от типа булевой операции. Результат операции с установленным флажком **Imprint** (Оттиск) аналогичен результату операции **Cut** (Разрезание) с выбранным вариантом **Refine** (Детализация) при использовании составного объекта **Boolean** (Булева операция).

Параметр **Cookie** (Печенье) назван так неслучайно. Он позволяет получить отверстие в том месте, где поверхности взаимодействующих объектов пересекаются. Иными словами, создается впечатление того, что из поверхности "выгрызли" полигоны, как будто откусили кусок печенья. Выполнение булевых операций **Subtraction** (Вычитание) и **Intersection** (Пересечение) с установленным флажком **Cookie** (Печенье) аналогично применению операции **Cut** (Разрезание) с выбранными вариантами **RemoveInside** (Удалить внутри) и **RemoveOutside** (Удалить снаружи) при использовании составного объекта **Boolean** (Булева операция). Используйте параметр **Cookie** (Печенье) при выполнении операций

Subtraction (Вычитание) и **Intersection** (Пересечение), когда вам нужно проделать сложные по форме отверстия.

Объекты до и после булевой операции

По умолчанию при выполнении булевой операции исходный объект В удаляется. Однако если вы хотите, чтобы он оставался в сцене в том виде, в котором он присутствовал до булевой операции, необходимо изменить положение переключателя в свитке **Pick Boolean** (Выбрать булев объект). Этот переключатель имеет четыре положения:

- **Move** (Перемещение) - если переключатель установлен в данное положение, то после выполнения булевой операции объект В удаляется. По умолчанию используется именно это положение.
- **Copy** (Независимая копия объекта) - при выборе этого положения булева операция выполняется с копией объекта В, а сам объект остается в сцене (рис. 7.9).

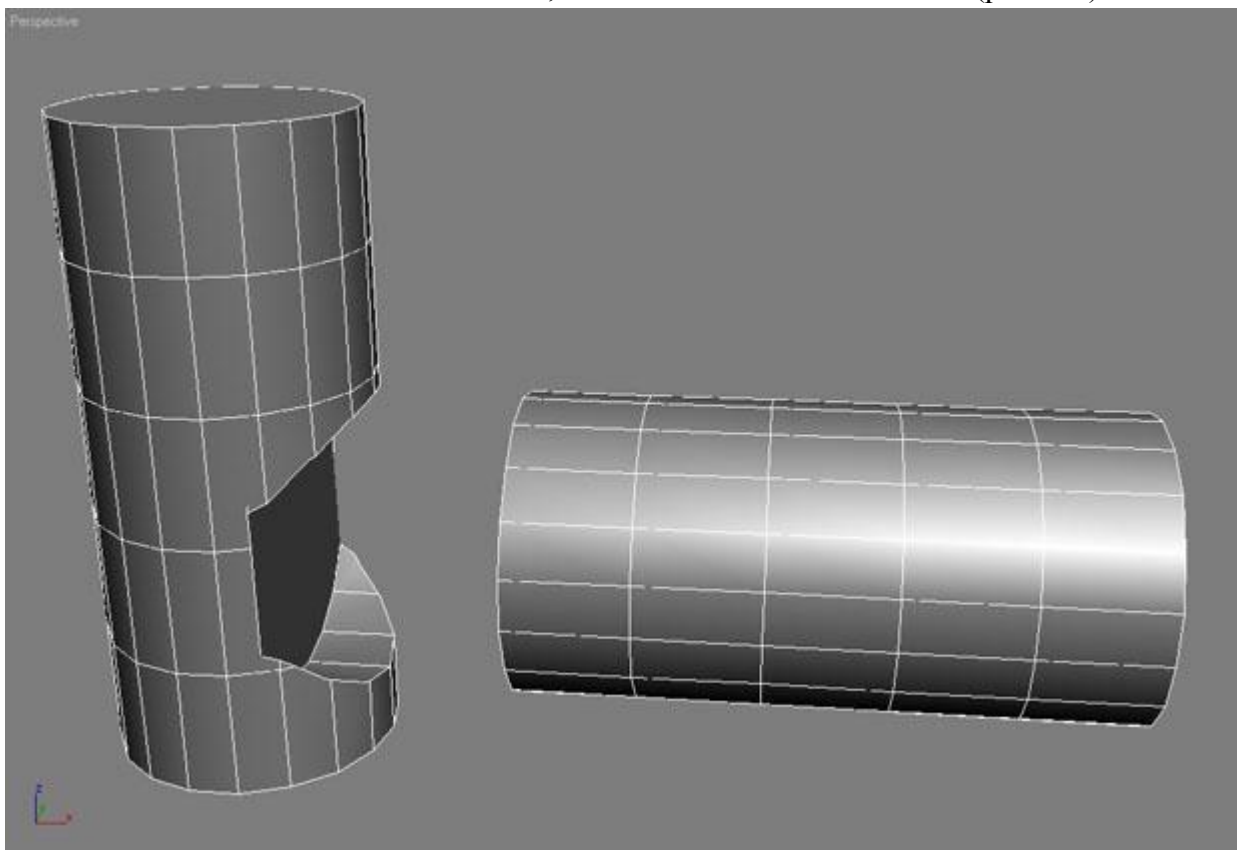


Рис. 7.9. Если выполнить булеву операцию при положении переключателя Copy (Независимая копия объекта), то исходный объект останется в сцене

- **Instance** (Привязка) - если переключатель установлен в данное положение, то булева операция производится с зависимой копией объекта В. При этом исходный объект остается в сцене, а изменение параметров одного из объектов (исходного или булевого) влечет за собой изменение параметров другого.
- **Reference** (Подчинение) - при выборе этого положения создается копия объекта В, которая частично зависит от исходного объекта.

Одним из преимуществ модуля **ProBooleans** перед объектом **Boolean** (Булева операция) является то, что топология сетки результирующей поверхности может включать в себя четырехугольные грани. Это дает возможность сгладить резкие углы на стыке булевых объектов. Для использования этой возможности нужно до выполнения операции установить флажок **Make Quadrilaterals** (Создание четырехугольников) в свитке **Advanced Options** (Дополнительные настройки) параметров составного объекта **ProBoolean** (Пробулевы объекты). На рис. 7.10 показана топология объекта, полученного в результате выполнения булевой операции сложения с установленным флажком **Make Quadrilaterals** (Создание четырехугольников) (сравните данный рисунок с рис. 7.2).

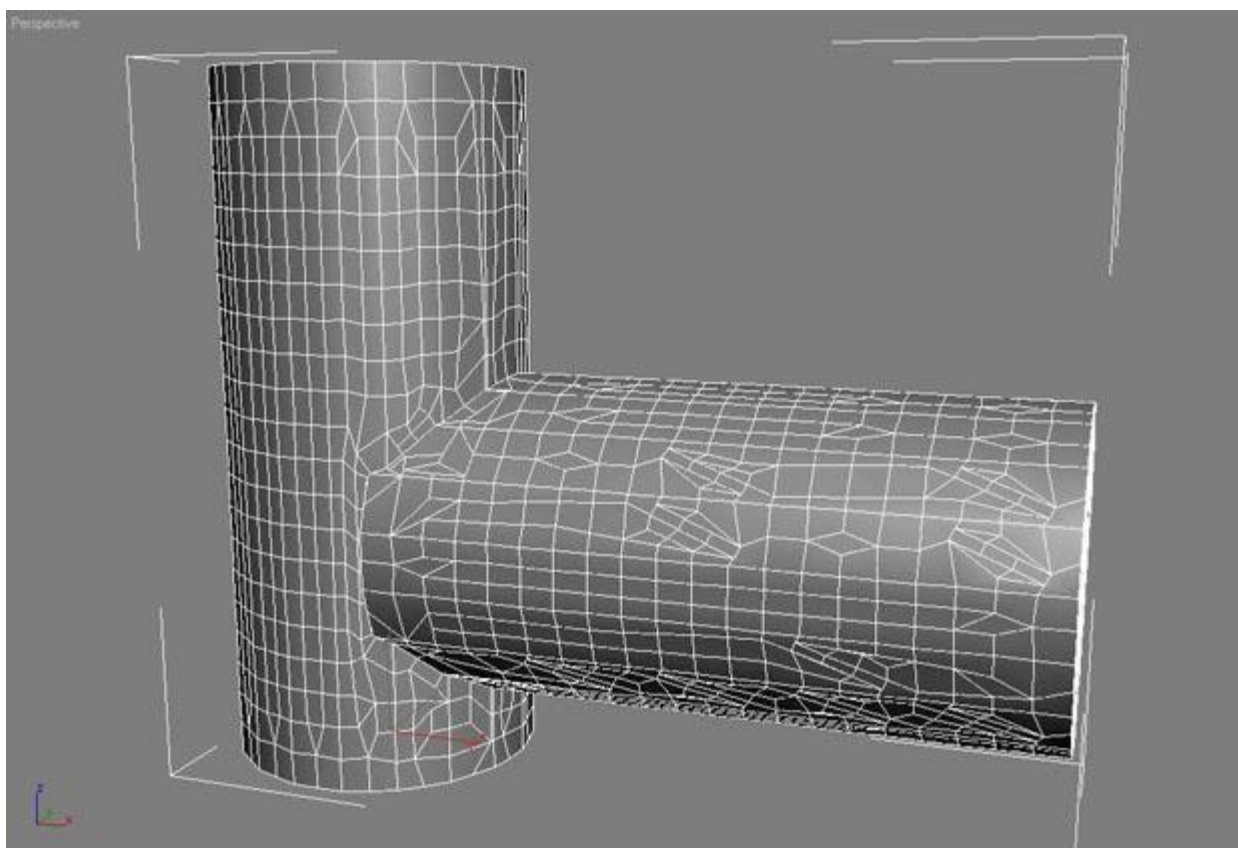


Рис. 7.10. Топология объекта, созданного при помощи булевой операции сложения с установленным флажком **Make Quadrilaterals** (Создание четырехугольников)