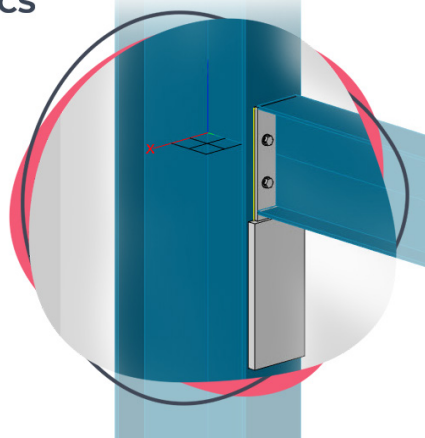
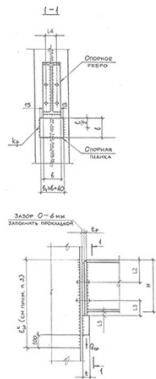


ModelStudioCS



ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПАРАМЕТРИЗАЦИИ УЗЛОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ СЕРИИ 2.440-2.1 В СРЕДЕ Model Studio CS Строительные решения

Функционал программного комплекса Model Studio CS Строительные решения позволяет установить зависимость положения концов металлоконструкций относительно друг друга. Для этого используется объект "Узел", который сам является параметрическим элементом. Узлы металлоконструкций в Model Studio CS полностью управляемы на уровне параметризации. То есть, управляя значениями параметров узла, можно изменять форму и отображение его отдельных элементов.

В этой статье мы разберем решение конкретной задачи средствами Model Studio CS Строительные решения: процесс моделирования и параметризации узла № 7 серии 2.440-2.1 выпуск 1 "Крепление балок на опорных планках" (рис. 1).

Рис. 1. Узел серии 2.440-2.1 выпуск 1

1. При наличии нормальной растягивающей силы в узлах 7 и 8 болты устанавливаются по расчету. Швы крепления, опорные ребра и планка колонны в этом случае дополнительно проверяются расчетом.

2. Для зазоров 7^а и 8^а принимаются по таблице толщина сечения и швы крепления опорных планок. Болты, опорные ребра, полки ребер главных балок и швы крепления опорных ребер принимать по расчету.

3. Поясные швы колонн в зоне узла (на данные e_{sp}) выполнять двусторонними.

4. Расчетные формулы:
 а) проверка прочности опорного ребра
 $\frac{Q_{op}}{A_p} \leq R_{ch}$, где $A_p = 8 \cdot t_p$

б) проверка швов крепления опорных планок
 $\frac{Q_{op}}{0,65 \beta_3 k_f l_{\omega}} \leq R_{wf}$
 l_{ω} - суммарная длина шва

Элемент	Сварка	Сварка	Сварка
В швах	Полношовная	Полношовная	Полношовная
Длина шва	по расчету	по расчету	по расчету
Длина шва	по расчету	по расчету	по расчету
Проверка	по расчету	по расчету	по расчету
Полношовная	по расчету	по расчету	по расчету

2.440-2.1-07 KM

Шарнирные узлы.
 Крепление балок на колонны, узлы 7, 7а, 8, 8а

Этапы: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Исполнитель: [подпись]

Инженер-проектировщик: [подпись]

Размещение профилей металлопроката

При создании параметрического узла необходимо наличие в пространстве модели профилей металлопроката, для которых будет применяться создаваемый узел в точке сопряжения. В качестве прототипа используются колонна и балка из двутавра сечением 30Б1 (рис. 2).

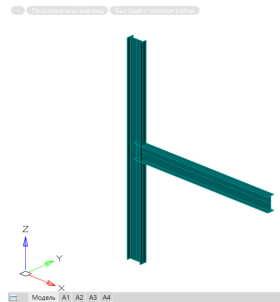


Рис. 2. Размещение профилей металлопроката

Формирование маркера узла металлопроката

При помощи команды *Создать узел* создаем параметрический объект, последовательно указываем элементы металлопроката для разработки нового узлового соединения. На пересечении базовых осей (центра тяжести) профилей металлопроката формируется маркер узла, предназначенный для разработки параметрического узла. Ось Z системы координат будет направлена вдоль первого выбранного профиля (рис. 3).

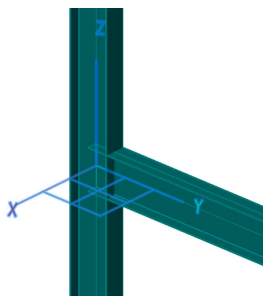


Рис. 3. Маркер узла металлопроката

В свойствах маркера автоматически формируется информация о профилях металлопроката, которые были выбраны при создании узла.

Номера профилей (*Профиль 1*, *Профиль 2*) соответствуют последовательности выбора объектов на модели. Атрибутивная информация и геометрические характеристики профилей (сечение, угол наклона и др.) используются для автоматизации расчета габаритных размеров пластин, длин болтов и иных элементов (рис. 4).

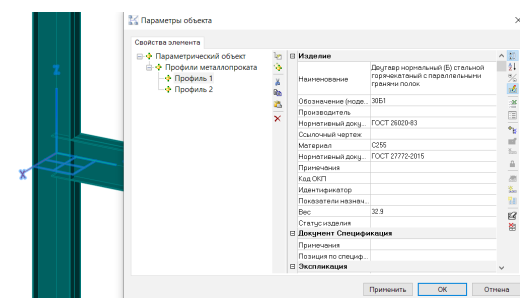


Рис. 4. Свойства маркера узла

Параметры узла металлопроката

Первую строку иерархии в свойствах элемента "Параметрический объект" занимает родительский элемент. Добавим параметры (рис. 5) и заведем значения атрибутивной информации. Перечень параметров используется или по умолчанию — из настроек Model Studio CS, или в соответствии с принятым стандартом предприятия.

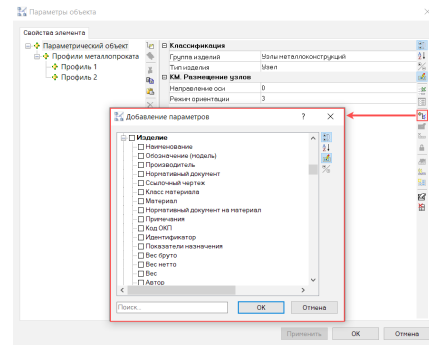


Рис. 5. Добавление параметров

Значения для имени объекта и наименования берем из названия узла.

Параметры из категории "Классификация" используются для формирования спецификации и хранения объекта в базе данных изделий и материалов.

Параметры "Вопрос..." зависят от количества профилей металлопроката, используемых в узле. Значения этих параметров будут использоваться как подсказки в командной строке при вставке узла из базы данных (рис. 6).

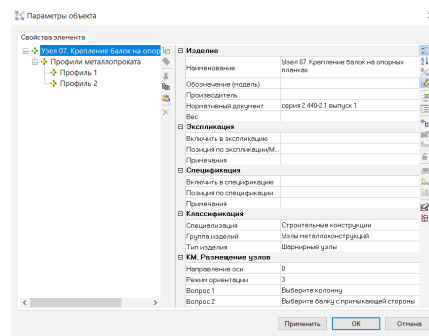


Рис. 6. Параметры родительского элемента

Состав узла

Согласно нормативному документу серии 2.440-2.1 выпуск 1, узел состоит из прокладки, опорного ребра, опорной планки и болтов крепления (рис. 7).

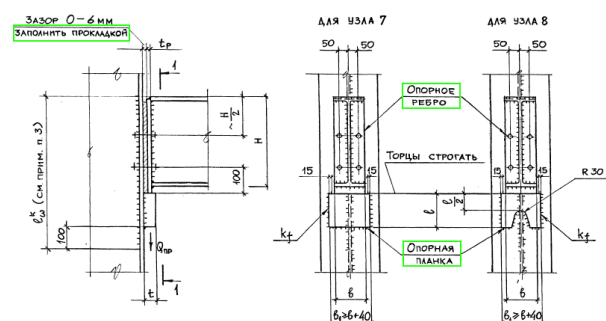


Рис. 7. Состав узла по серии 2.440-2.1 выпуск 1

В свойства узла добавим подчиненные элементы и зададим наименования согласно нормативному документу (рис. 8).

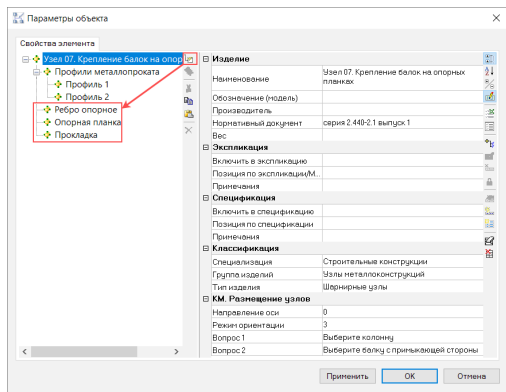


Рис. 8. Состав параметрического узла

Для созданных подчиненных элементов добавляются параметры и заводится атрибутивная информация. Параметры из категорий "Изделие" и "Классификация" используются для получения выходной документации. Параметры из категории "Размеры" будут задействованы при создании 3D-графики. Для параметров, которые напрямую зависят от геометрии используемых профилей, накладываются зависимости. В окне *Параметры объекта* соответствующие поля закрашены (рис. 9).

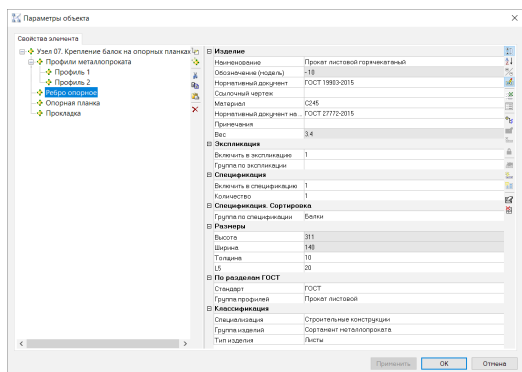


Рис. 9. Параметры опорного ребра

Для задания зависимостей и формульных значений используются окна *Редактирование текста* и *Мастер функций* (рис. 10).

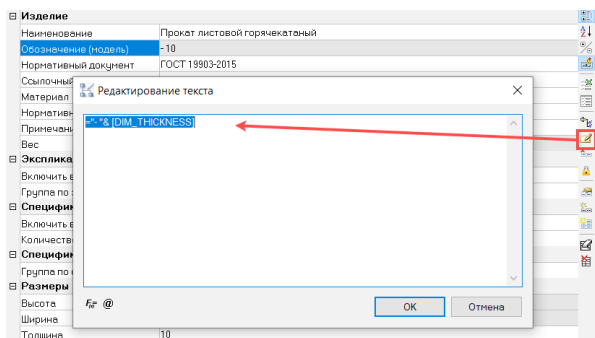


Рис. 10. Окно Редактирование текста

Параметризация узла

Для создания геометрии параметрического узла следует выбрать команду *Редактировать оборудование*. После того как на модели будет указан маркер узла, откроется окно *Редактор параметрического оборудования* (рис. 11).

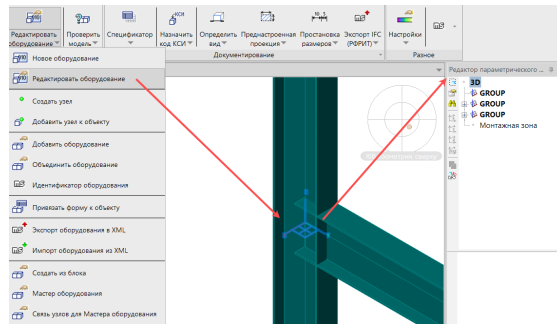


Рис. 11. Редактор параметрического оборудования

В диалоговом окне редактора параметрического оборудования отображается геометрическая структура узла. Первая группа в редакторе параметрического оборудования (рис. 12) необходима для создания геометрических тел узла. Здесь для каждого объекта-прототипа требуется последовательно наложить зависимости базовой точки вставки, ориентации в пространстве и геометрических размеров. В группах 2 и 3 отображаются параметры профилей металлопроката. Порядок соответствует последовательности выбора объектов на модели.

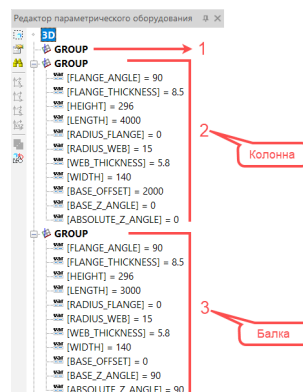


Рис. 12. Структура геометрии узла

Параметризация опорного ребра

В первой группе с помощью контекстного меню создадим еще одну группу (рис. 13).

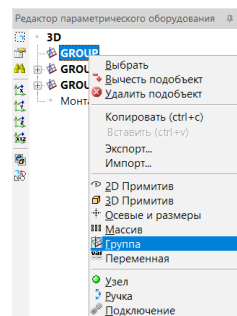


Рис. 13. Создание группы

Для созданной группы во второй части окна зададим имя (рис. 14). В параметре *Базовое направление* выберем в выпадающем списке направление (вдоль какого металла будет располагаться *Ребро_опорное*): в нашем случае — *metal_2*. Это необходимо для того чтобы при повороте балки направление группы и 3D-примитивов в ее составе всегда находилось с нужной стороны.

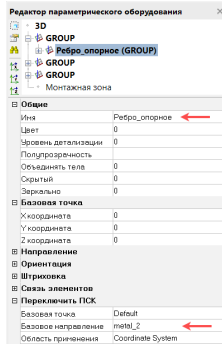


Рис. 14. Параметры группы

В составе группы *Ребро_опорное* создадим с помощью контекстного меню *3D Примитив* параллелепипед (рис. 15).

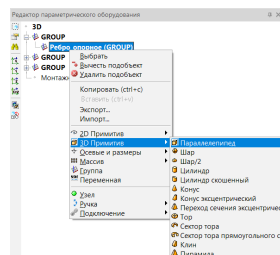


Рис. 15. Создание параллелепипеда

Созданный параллелепипед находится в нулевых координатах маркера узла размером по умолчанию 100x100x100 (рис. 16).

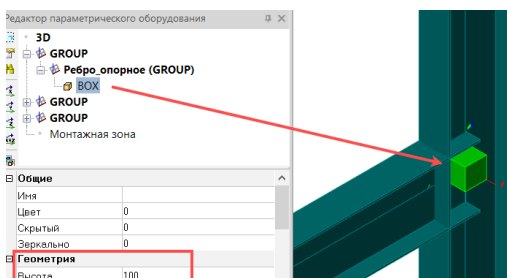


Рис. 16. Созданный параллелепипед

Укажем (опять же с помощью контекстного меню), что созданный примитив будет соответствовать опорному ребру из свойств объекта (рис. 17).

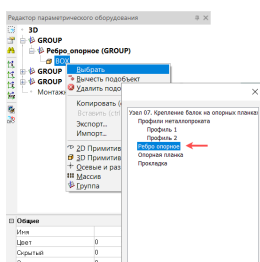


Рис. 17. Задание связи примитива со свойствами

С помощью мастера функций наложим в параметрах 3D-примитива зависимость значений параметров геометрии, указанных в свойствах объекта, и положения базовой точки примитива относительно маркера узла (рис. 18).

У параметра, для которого наложена зависимость или задано формульное значение, слева появится значок "fx".

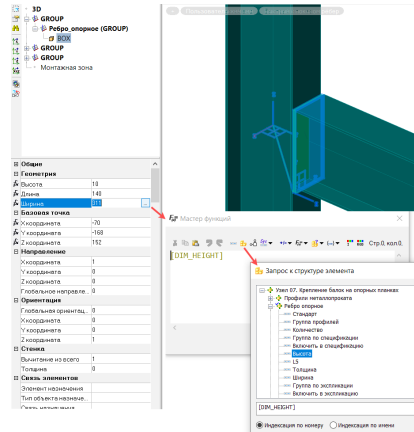


Рис. 18. Мастер функций

Для параметризации прокладки и опорной планки наложим зависимости геометрии и положения базовой точки. При этом используем тот же алгоритм действий, что и в случае опорного ребра (рис. 19).

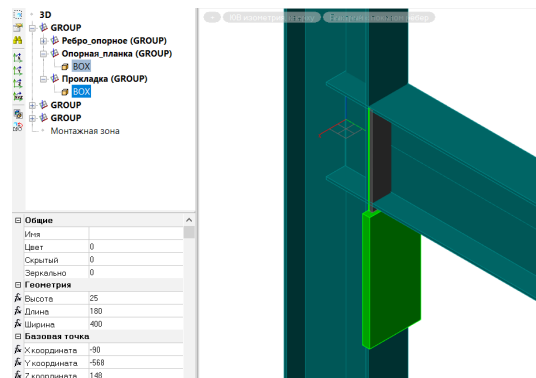


Рис. 19. Геометрия прокладки и опорной планки

Обрезка профиля металлопроката

Для подрезки балки сформируем в третьей группе параллелепипед. Значения параметров положения и геометрии зададим относительно геометрии маркера узла (рис. 20).

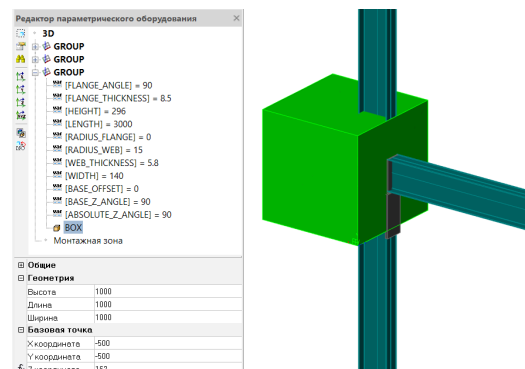


Рис. 20. Тело подрезки

Затем в контекстном меню сделаем этот объект вычитаемым. Тело вычитания обрезает только геометрию балки (рис. 21).

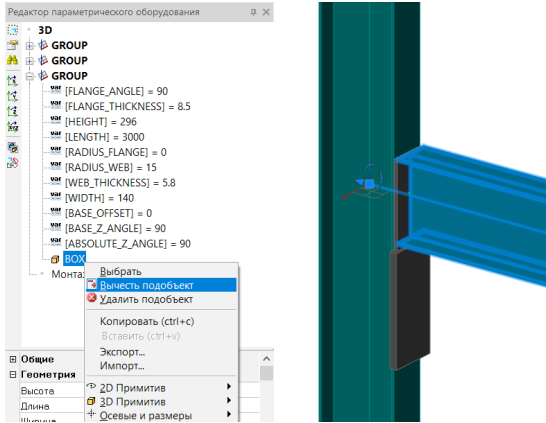


Рис. 21. Тело вычитания

Добавление болтов

Из базы данных стандартных изделий и материалов разместим в модели объект *Болт М16.ГОСТ Р ИСО 4014*. Данный элемент выполнен единым комплектом, состоящим из болта, гаек и шайб (рис. 22).

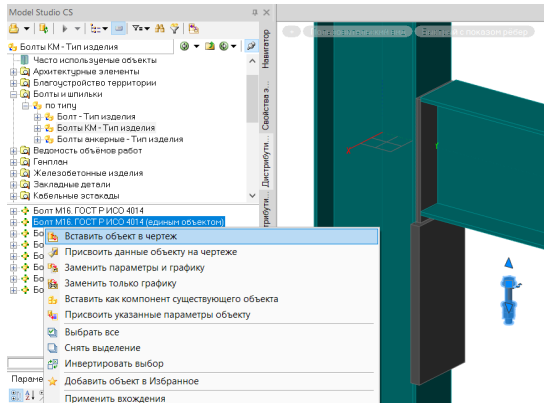


Рис. 22. Размещение болта из базы данных

С помощью специальной команды добавим размещенный объект к узлу металлопроката, следуя подсказкам в командной строке. Последовательно укажем объекты, точки вставки и направления осей X и Y болта (рис. 23).

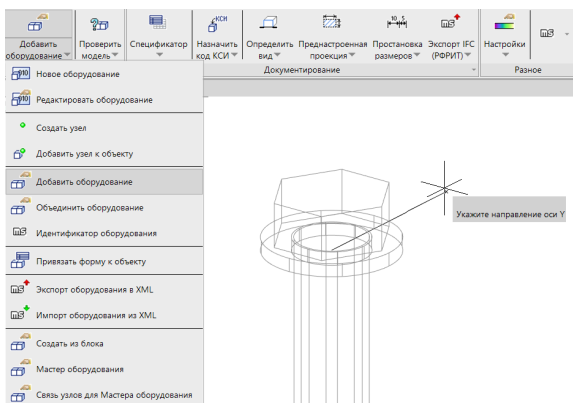


Рис. 23. Добавление оборудования

В свойствах узла добавленный болт отобразится как подчиненный элемент иерархии (рис. 24).

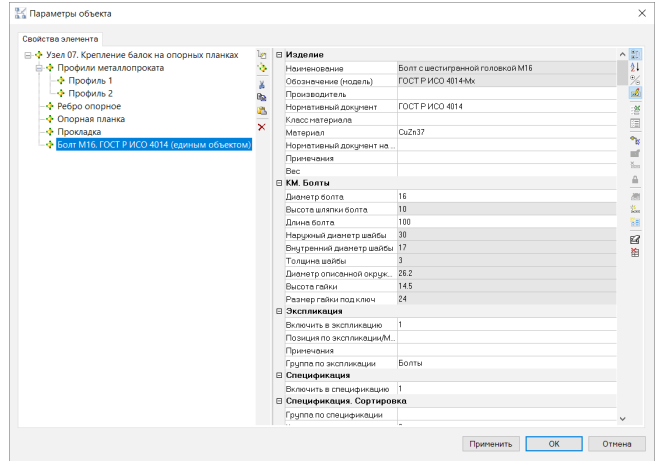


Рис. 24. Параметры болта

Для того чтобы болт размещался относительно координат нашего узла, а не в мировой системе координат, перетаскиваем мышью группу *Болт_М16_ГОСТ_Р_ИСО_4014* в первую группу и обнуляем значения базовой точки (рис. 25).

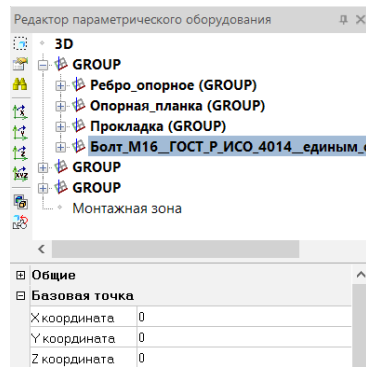


Рис. 25. Группа болтового соединения

Создание отверстий под болты

В редакторе параметрического оборудования создадим группу *Отверстия* и переносом, используя левую кнопку мыши, изменим иерархию, чтобы примитивы в этой группе вычитали элементы иерархии выше, как показано на рис. 26.

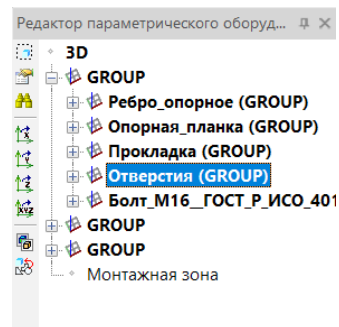


Рис. 26. Группа *Отверстия*

Присвоим группе базовое направление и внутри нее создадим прямоугольный массив с цилиндром. Для примитива и массива наложим зависимости геометрии и положения аналогично тому как создавались металлические пластины узла. После параметризации в контекстном меню сделаем группу *Отверстия* вычитаемой (рис. 27).

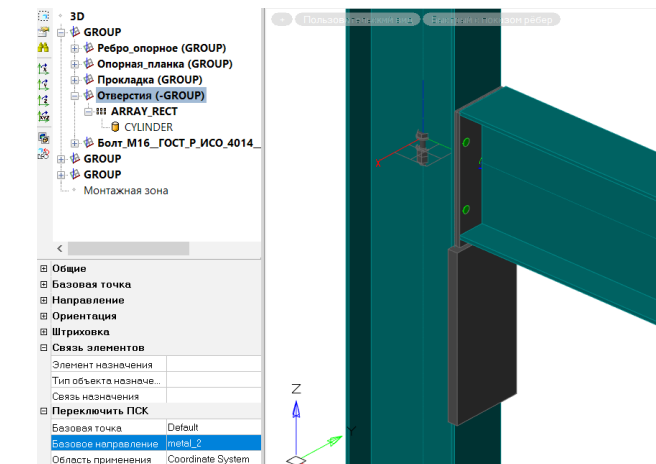


Рис. 27. Отверстия

Порядок создания отверстий после добавления болта обусловлен тем, что для параметризации геометрии и базовой точки цилиндра используются параметры болта из свойств узла.

Расположение болтов

С помощью контекстного меню создадим группу *Болты* и перетащим в нее группу *Болт_M16_ГОСТ_P_ИСО_4014*. Расположим болты в направлении балки. Выставим базовое направление группы *Болты* на *metal_2* (рис. 28).

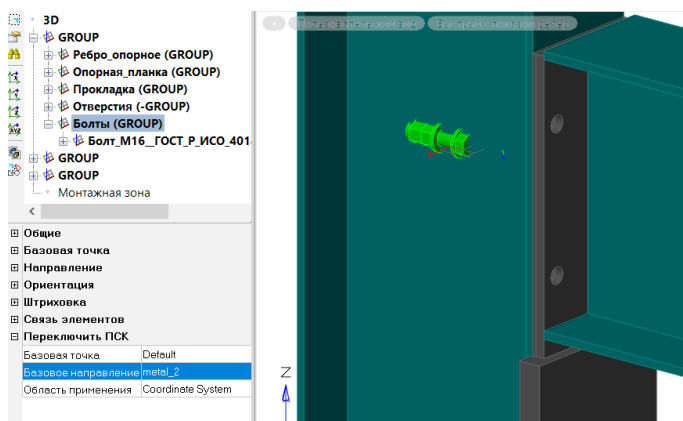


Рис. 28. Направление болтов

Внутри группы *Болты* создадим прямоугольный массив и с помощью мыши перетащим группу *Болт_M16...* Для группы и массива наложим зависимости положения. Положение будет соответствовать местам созданных отверстий (рис. 29).

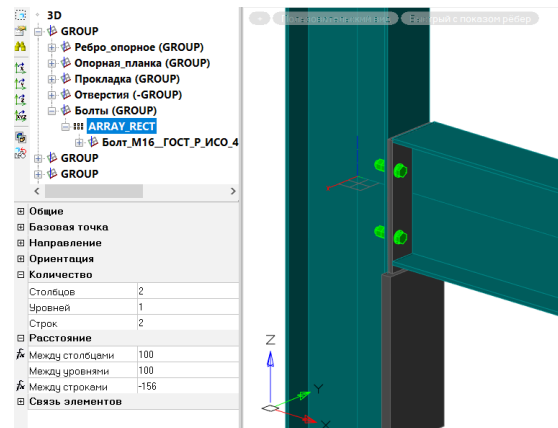


Рис. 29. Расположение болта

По окончании параметризации сохраним узел в базу данных элементов для последующего использования в проектах при проектировании металлических конструкций.

Для применения созданного узла 07 "Крепление балок на опорных планках" необходимо найти его в базе данных и применить к металлической конструкции, следуя подсказкам командной строки или контекстного меню (рис. 30).

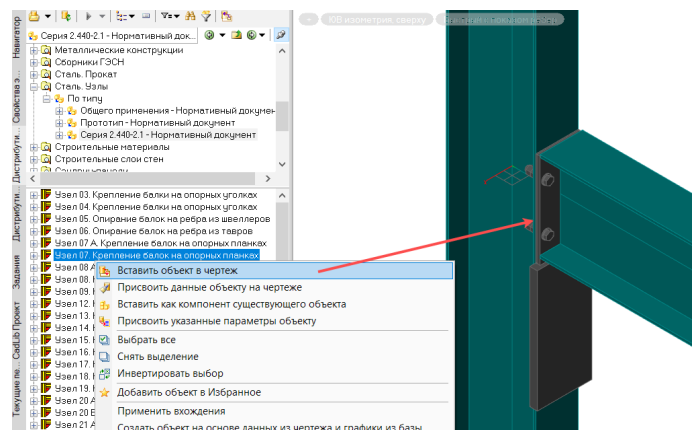


Рис. 30. Размещение узла из базы данных

Дмитрий Макаров,
ведущий специалист отдела комплексных решений
АО "СиСофт Девелопмент"



Александр Белкин,
руководитель отдела комплексных решений
АО "СиСофт Девелопмент"



E-mail: makarov.dmitry@csoft.ru,
belkin@csoft.ru

Тел.: (495) 069-4488

Опубликовано в журнале
"Управление качеством", № 11, 2022