

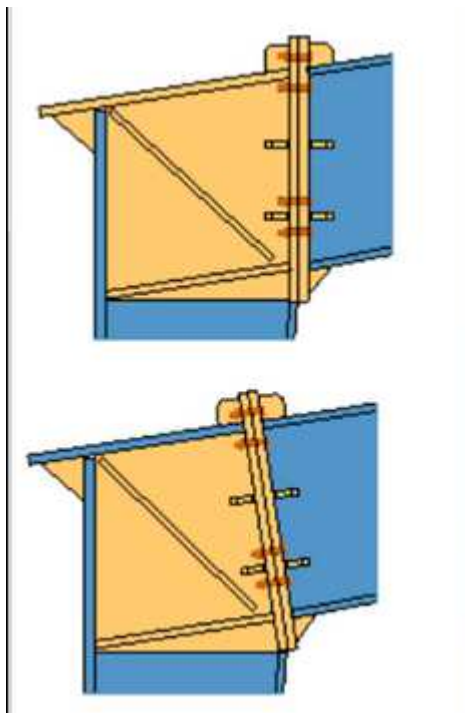
Новые возможности версии Гепард-А v.2022

С. Рычков

1. Конфигурация стыка колонны с ригелем

Появилась возможность задавать конфигурацию стыка колонны с ригелем для некоторых типов рам, соответственно, изменять ориентацию фланцев.

Это сделано под типовые узлы Tekla:



Геометрия рамы - Однопролетная рама. Моментное сопряжение ригеля с колоннами

Название проекта

Симметрия ☒ Число пролетов Пролет (мм)

Грузовая ширина (мм)

Геометрия крайних колонн и ригелей

	Левые	Правые
Привязка колонн относительно разбивочных осей (мм)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Отметка низа колонны (мм)	<input type="text" value="-350"/>	<input type="text" value="-350"/>
Отметка верха колонны (мм)	<input type="text" value="9800"/>	<input type="text" value="9800"/>
Уклон ригеля, %	<input type="text" value="10.00"/>	<input type="text" value="10.00"/>
Уклон ригеля, град	<input type="text" value="5.71"/>	<input type="text" value="5.71"/>
Уклон колонны	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>
<input type="checkbox"/> Уклон по внутреннему поясу		
<input type="checkbox"/> Однокатная рама		

Конфигурация стыка ригеля с колоннами

Коэффициент надежности по ответственности согласно ГОСТ 27751-88* Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету γ_n

☒ Автоматически расставить шарниры
☒ Автоматически назначить закрепления

Принять Отменить

Геометрия пролетов ☒
 Типы профилей ☒
 Геометрия базовых сечений ☒

Конфигурация стыков


Линия стыка ригеля с колонной на колонне

☒ Как продолжение внутреннего пояса ригеля
☐ Горизонтальная
☐ По нормали к внешнему поясу колонны

Линия стыка ригеля с колонной на ригеле

☐ Как продолжение внутреннего пояса колонны
☒ Вертикальная
☐ По нормали к внешнему поясу ригеля

Выход



2. Фермы

В версии Гепард-А 2022 появилась возможность задавать ферменные ригели двухшарнирных симметричных однопролетных рам и подбирать сечения фермы, рис. 1.1

Рамы этого типа могут проектироваться с учетом заданных крановых нагрузок от мостовых кранов.

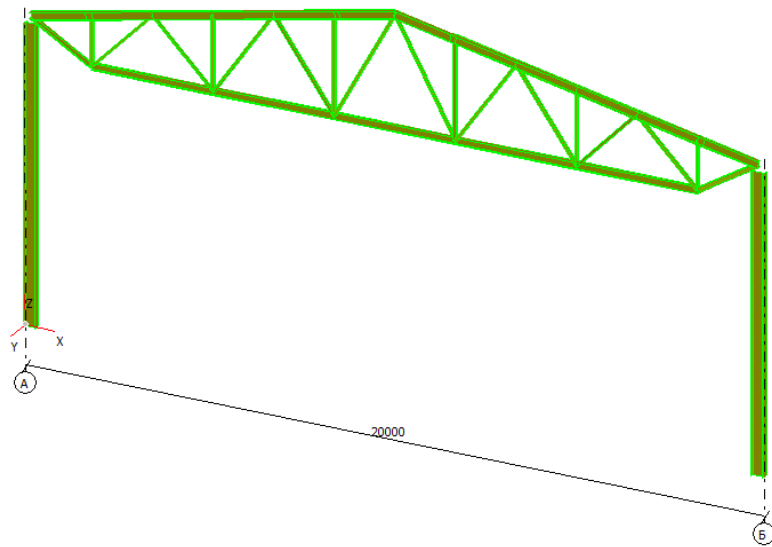


Рис. 1. 1. Рама с ферменным ригелем

Для создания модели рамы с ферменным ригелем необходимо включить флажок **Ферменный ригель** в окне **Новый проект**, рис. 1.2.

При задании геометрии рамы, рис. 1.3, необходимо задать параметры фермы, нажав кнопку **Ферма ригеля**.

В диалоговом окне **Ферма ригеля** на соответствующих вкладках выбирается схема фермы и задаются её параметры.

В качестве сечений могут быть использованы профили различных типов, рис. 1.7.

Новый проект

Выбор вида модели

☒ Типовая рама
 ☐ Типовые узлы сопряжения
☐ Рама произвольной конфигурации
 ☐ Каркас здания
☐ Сегментная рама
 ☐ Фахверк

Отдельная рама

Типовая рама

Название проекта

Симметрия ☒
 Многопролетная рама ☐
 Ферменный ригель ☒

Сопряжения

Крайних колонн с фундаментом:
 ☐ Шарнирное
 ☒ Жесткое

Ригеля с крайними колоннами:
 ☒ Шарнирное
 ☐ Жесткое

Число коньков
 Число пролетов
 Число уровней*

*0 - для одноэтажных рам

Рис. 1. 2.

Геометрия рамы - Рама с ферменным ригелем

Название проекта

Симметрия ☒
 Число пролетов
 Пролет (мм)
 Грузовая ширина (мм)

Геометрия крайних колонн и ригелей

	Левые	Правые
Привязка колонн относительно разбивочных осей (мм)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Отметка низа колонны (мм)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Отметка верха колонны (мм)	<input type="text" value="6000"/>	<input type="text" value="0"/>
Уклон верхнего пояса фермы, %	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>
Уклон верхнего пояса фермы, град	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>
Уклон колонны (%)	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>

Коэффициент надежности по ответственности согласно ГОСТ 27751-88* Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету γ_n

☐ При выполнении анализа считать, что ригель работает как балка с гибкой стенкой

☒ Автоматически расставить шарниры
☒ Автоматически назначить закрепления
☐ Рама фахверка

Рис. 1. 3.

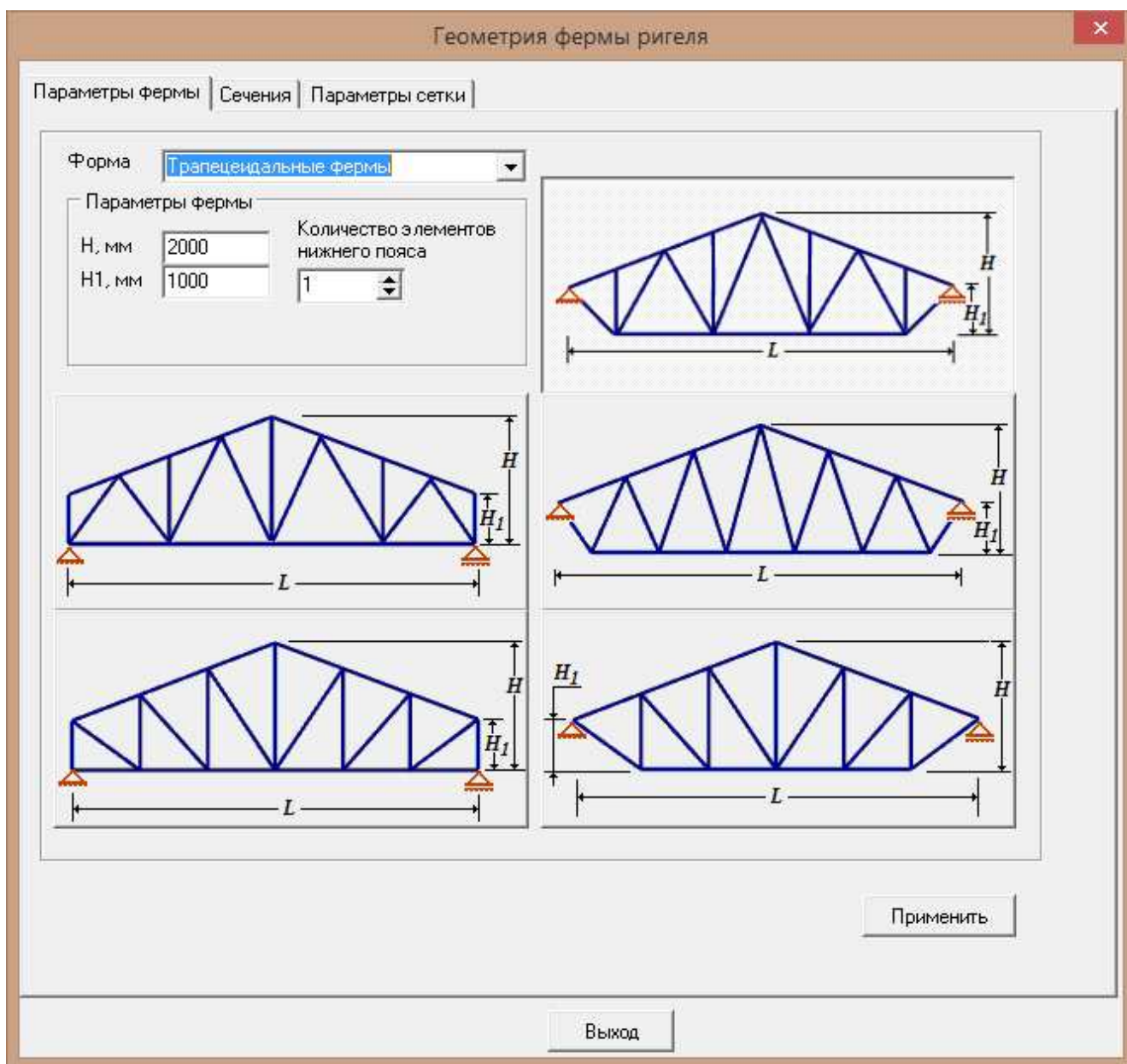


Рис. 1. 4. Трапецидальные фермы

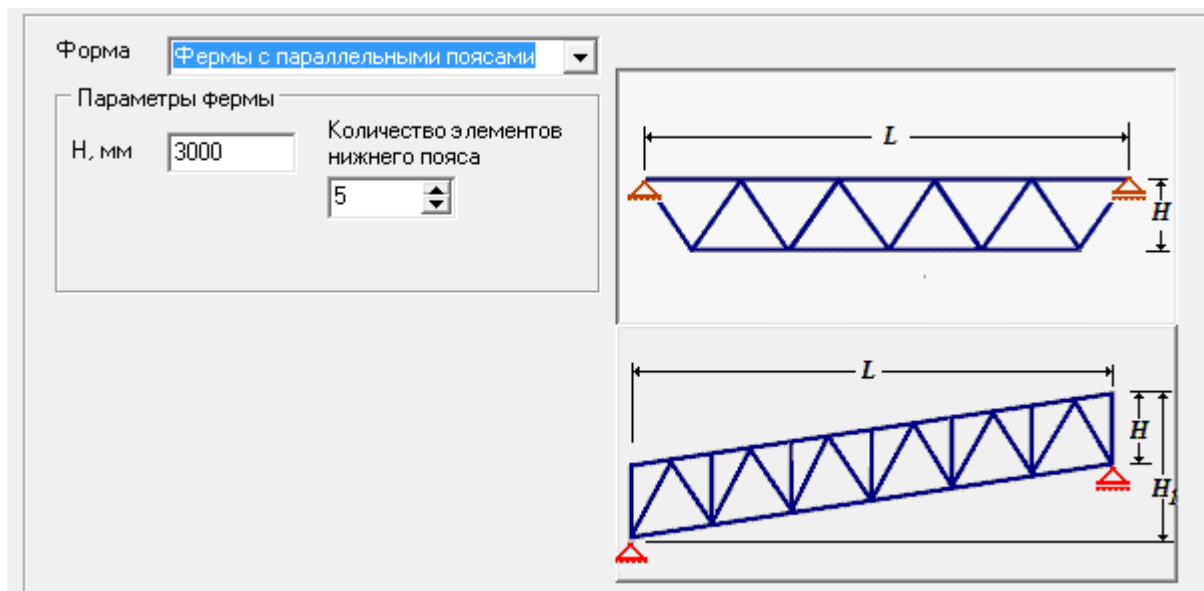


Рис. 1. 5. Фермы с параллельными поясами

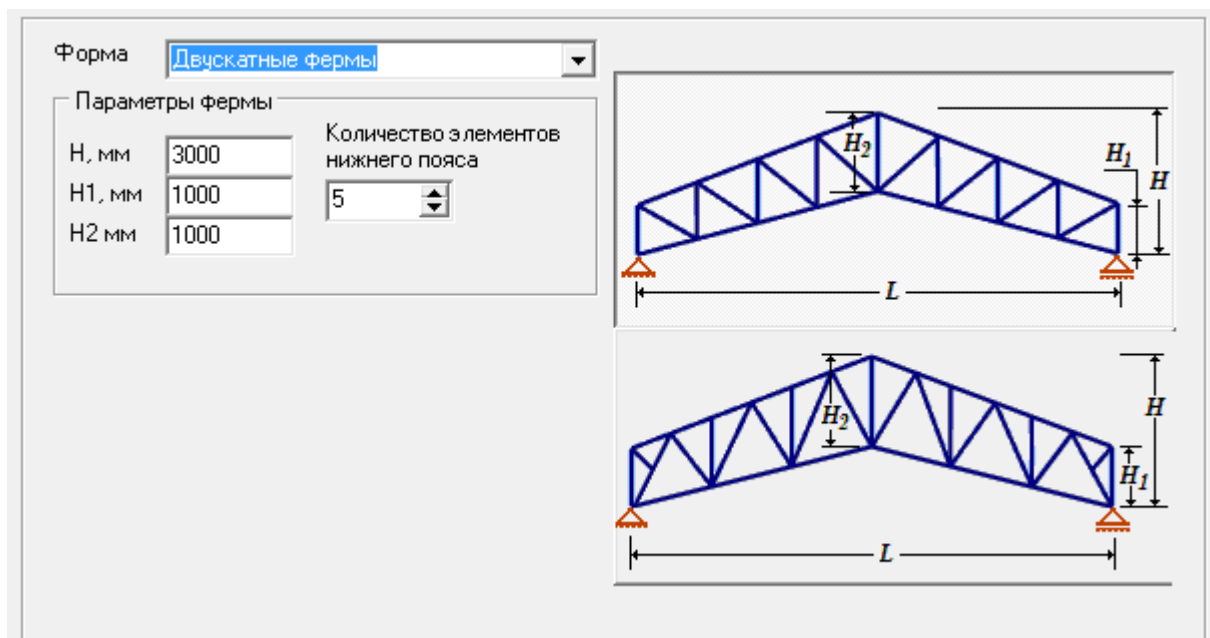


Рис. 1. 6. Двускатные фермы

X

Геометрия фермы ригеля

Параметры фермы
Сечения
Параметры сетки

Элементы фермы

☒ Верхний пояс
☐ Нижний пояс
☐ Раскосы
☐ Стойки
☐ Опорные раскосы

☐
☐
☐
☐
☐

☐ Прокатные двутавры Р 57837-2017

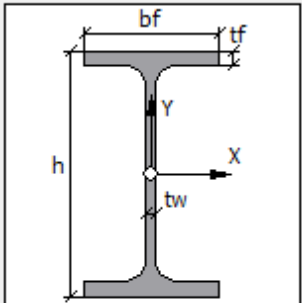
☒ Балочный
☐ Широкополочный
☐ Колонный
☐ Свайный
☐ Дополнительный балочный
☐ Дополнительный колонный

☒ Профили гнутые ГОСТ 30245-2012
☐ Трубы круглые ГОСТ Р 58064-2018
☒ Уголки
☒ Тавры по ТУ 14-2-685-86
☒ Швеллеры
☒ Холоднокатанные профили

Прокатной двутавр

ГОСТ Р 57837

☒ Балочный нормальный (Б)
☐ Широкополочный (Ш)
☐ Колонный (К)
☐ Свайный (С)
☐ Балочный дополнит. (ДБ)
☐ Колонный дополнит. (ДК)



Номер профиля

10Б1

h (мм)	100
bf (мм)	55
tw (мм)	4.1
tf (мм)	5.7
A (см²)	10
Iyy (см⁴)	171
iy (мм)	40.7

Применить ко все элементам

Применить

Выход

Рис. 1. 7.

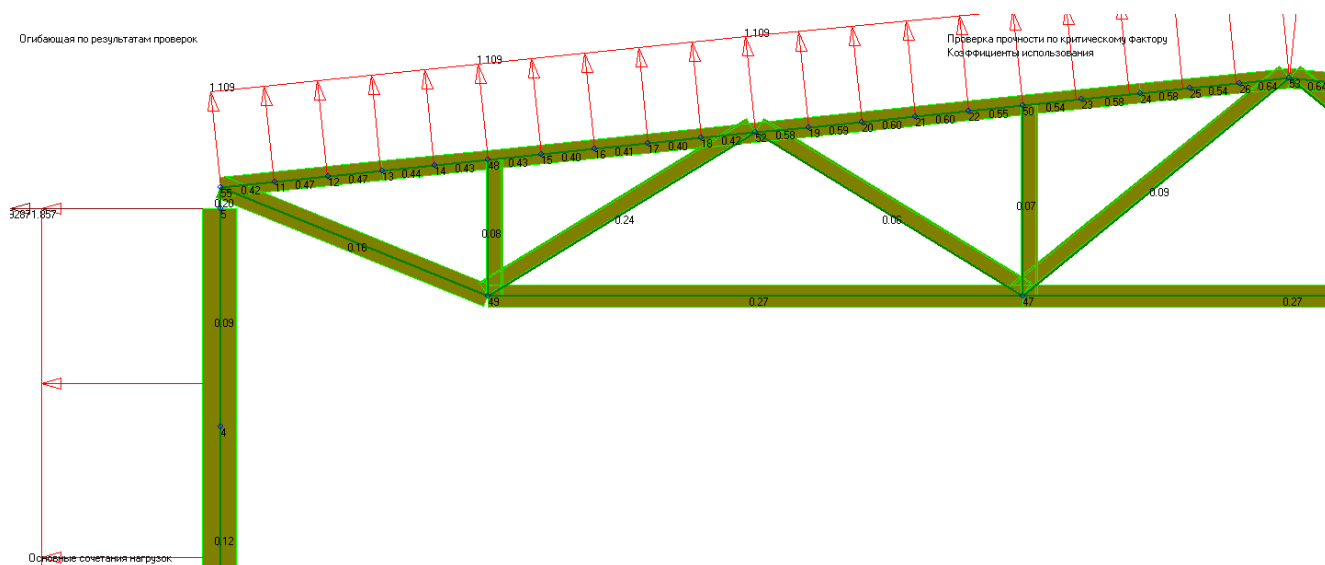


Рис. 1. 8.

2.2 Подбор сечений фермы















Подбор сечений фермы может быть выполнен для двутавров и труб командой **Проектирование ⇒ Подбор сечений фермы ригеля**. Диалоговое окно при выполнении этой команды имеет начальную конфигурацию, приведенную на рис. 1.9.

Пользователь может выбрать одну из опций:

- Выполнить проверку;
- Выполнить подбор.

В первом случае сечения не меняются. После выполнения проверки или подбора, коэффициенты использования для каждой группы элементов отображаются на вкладке **Коэффициенты использования**, рис. 1.10

В процессе подбора можно менять тип сечений, количество раскреплений и параметры сетки фермы.

	Подбор сечений двутавров по прочности
	Подбор сечений колонн постоянного сечения
	Подбор изгибаемых конструктивных элементов по прочности
	Подбор сечений фермы ригеля
	Экспресс проверки при проектировании
	Проверки прочности и устойчивости по СП 16.13330.2011
	Вычисление расчетных длин
	Прогоны
	Подкрановые балки
	Опорные узлы колонн
	Фланцевые узлы
	Узлы шарнирного опирания ригеля на колонну
	Подкрановые консоли
	Формирование таблиц нагрузок на фундаменты
	Расчет поясных швов

Подбор и проверка сечений

Сечения

Раскрепления

Параметры сетки

Кoeffициент условий работы γ_s

1.0

Выбор по табл. 1 СП 16.13330.2017

Выполнить подбор/проверку сечений:

☒ Верхнего пояса
 ☒ Стоек

☒ Нижнего пояса
 ☒ Опорных раскосов

☒ Раскосов
 ☐ Опорных стоек

Масса фермы, кг

1209.4

Верхний пояс

Нижний пояс

Раскосы

Стойки

Опорные раскосы

Расчетные сочетания усилий

N ^o	N, кН	M _y , кН*м	Q _z , кН
1	21.4	0.19	1.3
2	-667.4	4.35	-12.2
3	-667.1	19.36	-10.9
4	-640.9	-26.53	-37.1
5	-640.9	1.92	-37.1
6	-640.9	-26.53	37.1
7	21.4	1.15	-1.3

Вывести отчет

Отменить подбор

Выполнить проверку

Выполнить подбор

Выход

Предельные гибкости λ_{li}

Для сжатых элементов

Выбор по табл. 32 СП 16.13330.2017

180 - 60 * α

Для растянутых элементов

Выбор по табл. 33 СП 16.13330.2017

250

Рис. 1. 9.

© Рычков С.П. rychkovsp2008@mail.ru

Подбор сечений фермы ригеля

Подбор и проверка сечений | Сечения | Раскрепления | Параметры сетки

Коэффициент условий работы γ_c
 ? Выбор по табл. 1 СП 16.13330.2017

Выполнить подбор/проверку сечений:

<input checked="" type="checkbox"/> Верхнего пояса	<input checked="" type="checkbox"/> Стоек
<input checked="" type="checkbox"/> Нижнего пояса	<input checked="" type="checkbox"/> Опорных раскосов
<input checked="" type="checkbox"/> Раскосов	<input type="checkbox"/> Опорных стоек

Масса фермы, кг

Верхний пояс | Нижний пояс | Раскосы | Стойки | Опорные раскосы

Двутавр, сечение 25Б1: Сжато-изгибаемый Масса 515.6 кг.

Расчетные сочетания усилий | Коэффициенты использования

1. Прочность по нормальным напряжениям, п. 9.1.1 ф.(105) или (106)	0.82
2. Прочность стенки по касательным напряжениям, п. 8.2.1, ф. (42)	0.11
3. Прочность стенки по эквивалентным напряжениям, п. 8.2.1 ф. (44)	0.7
4. Прочность растянутого волокна, п. 9.1.3, ф.(107)	-1
5. Устойчивость в плоскости стенки (YZ), п. 9.2.1 ф. (109)	0.76
6. Устойчивость в плоскости поясов (XZ), п. 9.2.4 ф. (111)	0.99
7. Устойчивость при изгибе в двух плоскостях п. 9.2.9, ф. (116)	-1
8. Необходимость укрепления стенки поперечными ребрами, п. 9.4.4	0.73
9. Шаг поперечных ребер, п. 9.4.4	-1
10. Устойчивость стенки при $s \cdot f_{t_y} > f_{t_e}$, п. 9.4	-1
11. Устойчивость стенки при $s \cdot f_{t_y} \leq f_{t_e}$, п. 9.4	-1
12. Устойчивость пояса, п. 9.4	0.4
13. Предельная гибкость в плоскости поясов (XZ), п. 10.4	0.45
14. Предельная гибкость в плоскости стенки (YZ), п. 10.4	0.12

Рис. 1. 10.

3. Свойства сечений произвольных рам

В версии Гепард-А 2022 появилась новый объект – **Свойство конструктивного элемента**.

Свойство может использоваться при задании параметров стандартных сечений произвольных рам.

Свойства создаются либо заранее командой меню Геометрия, рис. 2.1, либо при создании конструктивного элемента.

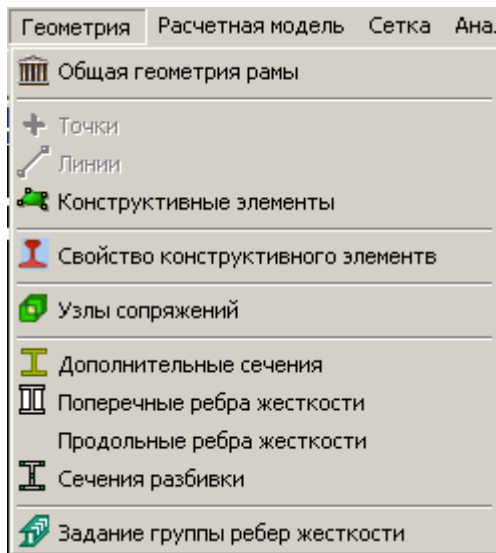


Рис.2. 1

Доступные типы сечений представлены на рис. 2.2.

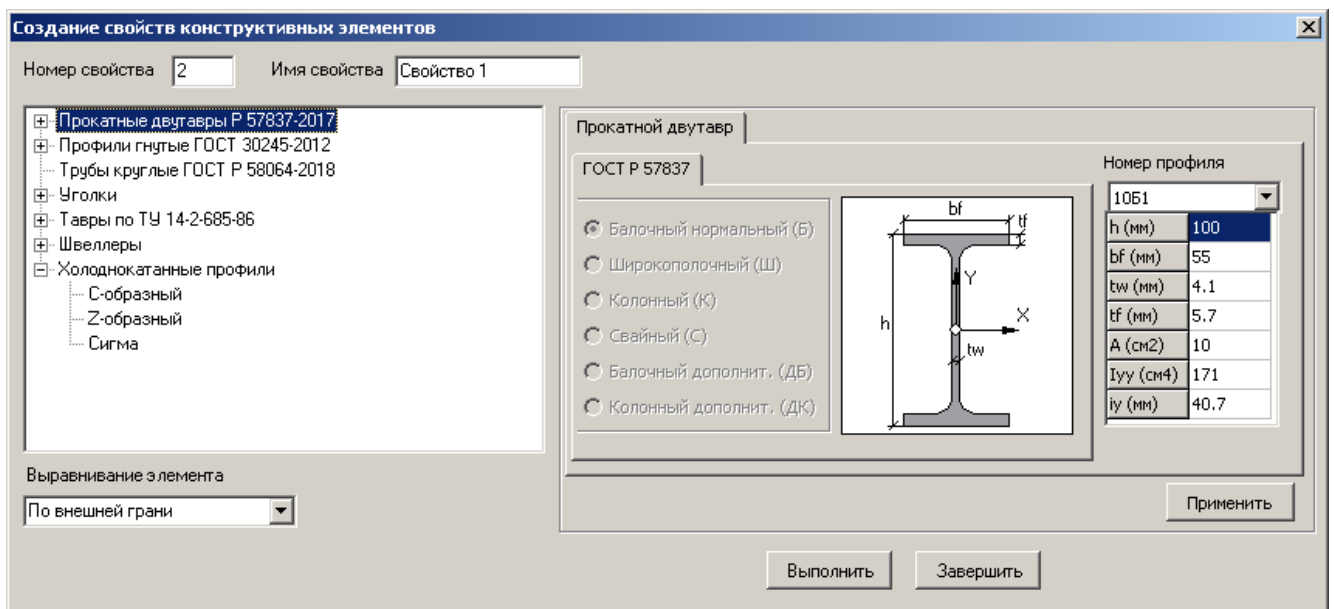


Рис.2. 2

После создания Свойство может быть выбрано из выпадающего списка при задании конструктивного элемента, рис. 2.3.

Рис. 2. 3

4. Произвольные комбинации нагрузок

В Гепард-А добавлена возможность задания произвольных комбинаций нагрузок, которые затем могут использоваться, например, при анализе устойчивости и нелинейном анализе.

Вызов команды: **Расчетная модель** \Rightarrow **Комбинации нагрузок**, рис. 3.1.

Команда позволяет задавать комбинации статических нагрузок с произвольными множителями.

Отличие комбинаций нагрузок от комбинаций загружений состоит в том, что первые создает пользователь, как новое загружение, а вторые создаются автоматически после статического расчета.

Для того, чтобы комбинации нагрузок не включались в РСУ и по ним не формировались комбинации загружений после статического расчета, по умолчанию эти комбинация будут исключены из статического расчета, рис. 3.2.

Удаление комбинаций нагрузок выполняется командой **Удалить** \Rightarrow **Комбинации нагрузок**.

Поскольку комбинация нагрузок содержит ссылки на типовые, произвольные и крановые нагрузки, при модификации этих нагрузок, комбинация также модифицируется.

При удалении каких-либо нагрузок, комбинацию нагрузок необходимо удалить, и затем сформировать заново.

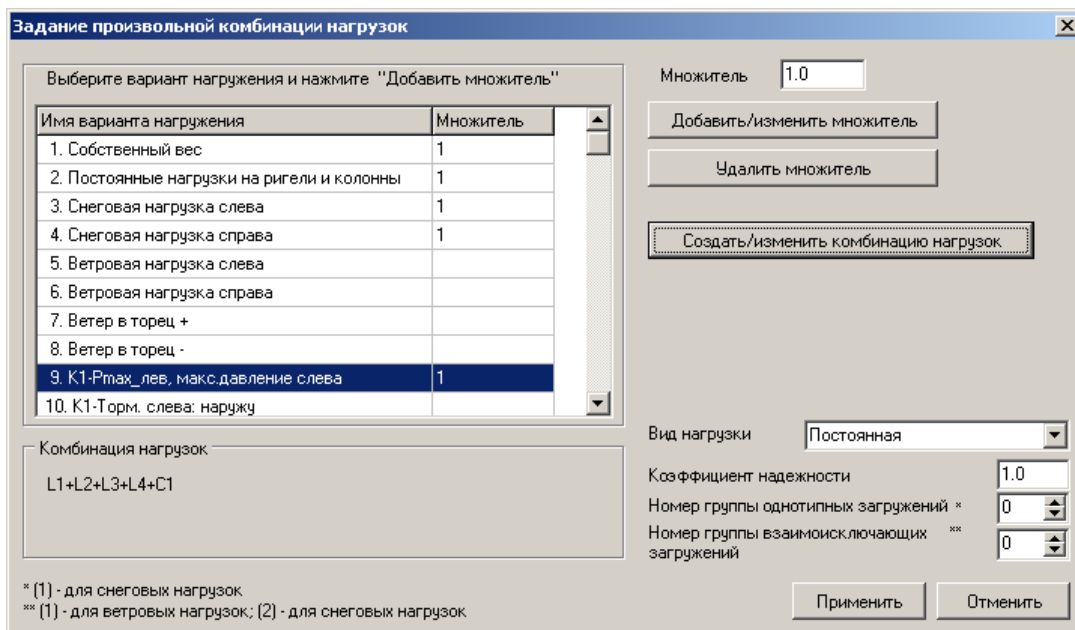


Рисунок 3.1.

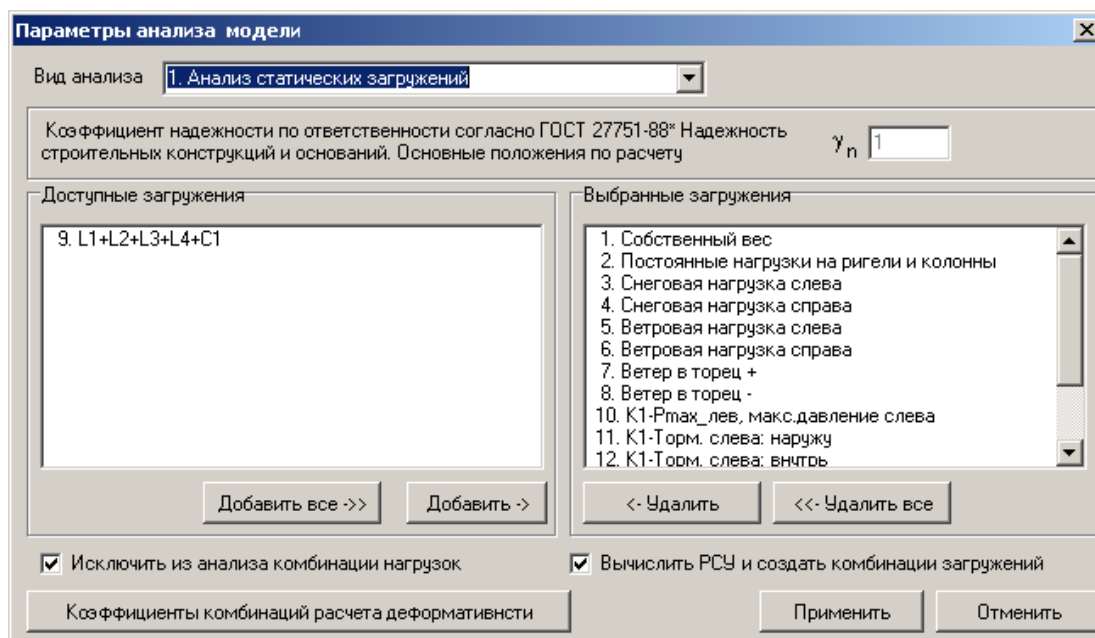


Рисунок 3.2.

5. Расчет подкрановых балок

В Гепард-А появилась возможность расчета подкрановых балок с исчерпывающим набором проверок прочности и устойчивости.

Вызов команды: **Проектирование** \Rightarrow **Подкрановые балки**.

При расчете используются заданные параметры кранов, сечение подкрановой балки, рельса, тормозной балки и тормозного листа.

При первом вызове команды параметры подкрановой балки назначаются по умолчанию. После изменения этих параметров и сохранения модели, при повторном вызове открываются сохраненные параметры.

Вкладки диалогового окна команды приведены на рис. 4.1-4.4.

Подкрановые балки

Тормозная балка	Опорное ребро	Коэффициенты использования
Общие данные	Крановые нагрузки	Сечение - сварной двутавр

Материал

C345

Выбрать/изменить материал

Параметры сварных швов

Рельс: KP70

Крепление рельса: Болтовое

Исполнение балки: Разрезная

Пролёт балки (шаг рам), мм: 6000

Задать параметры по умолчанию

Тип сечения подкрановой балки

☒ Сварной двутавр

☐ Прокатной двутавр

☒ Тормозная балка

Коэффициент надежности по ответственности γ_n : 1.0

Коэффициент условий работы γ_c : 0.95

Расширенный выбор

Выбор по табл. 1

Выполнить расчет балки

Вывести отчет

Выход

Рис. 4 1.

Подкрановые балки

Общие данные | Крановые нагрузки | Сечение - сварной двутавр

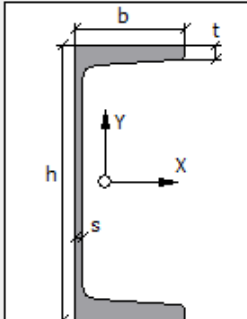
Тормозная балка | Опорное ребро | Коэффициенты использования

Ширина тормозного листа tW , мм: 1330 | Толщина тормозного листа, мм: 8

Привязка тормозной балки rB , мм: 1500 | Привязка тормозного листа rW , мм: 815

Швеллер прокатной

☐ Параллельные полки
☒ С уклоном полкок

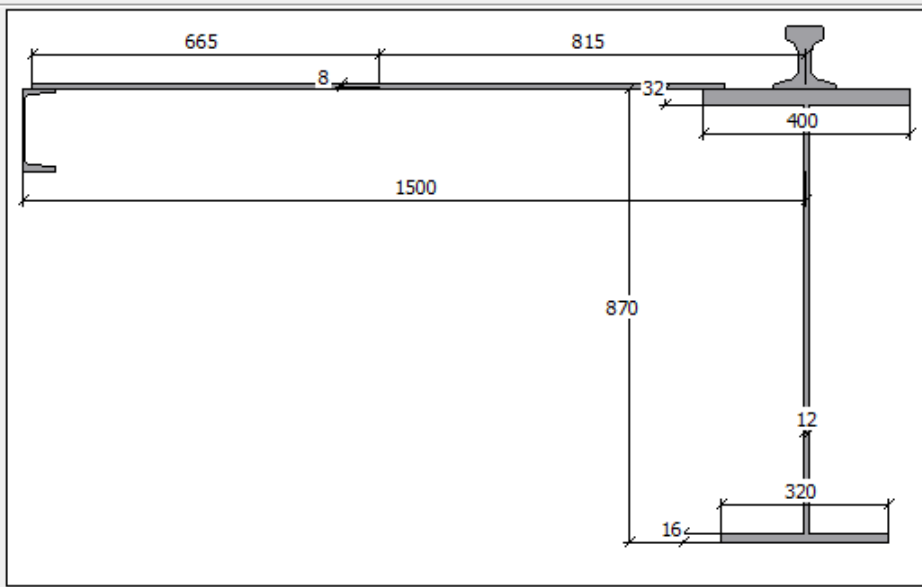


Номер профиля

16У

h (мм)	160
b (мм)	64
s (мм)	5
t (мм)	8.4
A (см ²)	18.10
I _{yy} (см ⁴)	747.0
i _y (мм)	64.2
x ₀ (мм)	18.0

Применить



Выполнить расчет балки

Вывести отчет

Выход

Рис. 4 2.

Тормозная балка

Опорное ребро

Коэффициенты использования

Общие данные

Крановые нагрузки

Сечение - сварной двуглав

Количество заданных кранов

2

Задать кран

Задать сочетание кранов

Модифицировать кран

Удалить кран

Коэффициент динамичности

1.2

Погонные расчетные нагрузки

От веса балки, Н/м

3.25

От веса рельса, Н/м

0.47

Расчетные нагрузки

Вертикальная нагрузка Q_z , кН

146.63

Горизонтальная нагрузка Q_x , кН

8.92

Изгибающий момент M_x , кНм

90.09

Изгибающий момент M_y , кНм

4.46

Средний момент в отсеке 1, кНм

0

Средняя поперечная сила 1, кН

0

Средний момент в отсеке 2, кНм

0

Средняя поперечная сила 2, кН

0

The diagram illustrates a crane beam structure. It shows a horizontal beam with a total length of 1500 units. A vertical support is located 815 units from the right end. The beam has a height of 870 units. The top flange has a width of 400 units, and the bottom flange has a width of 320 units. The distance from the left end to the vertical support is 665 units. The distance from the vertical support to the right end is 815 units. The thickness of the top flange is 8 units, and the thickness of the bottom flange is 16 units. The vertical support has a height of 12 units.

Выполнить расчет балки

Вывести отчет

Выход

Рис. 4 3.

Подкрановые балки

Общие данные	Крановые нагрузки	Сечение - сварной двутавр
Тормозная балка	Опорное ребро	Коэффициенты использования

1. Прочность по нормальным напряжениям в верхнем поясе, ф. (43) 2. Прочность по нормальным напряжениям в нижнем поясе, ф. (41) 3. Прочность по касательным напряжениям в стенке, ф. (42) 4. Прочность при одновременном действии в стенке момента и поперечной силы 5. Прочность стенки при режиме работы крана 7К-8К, п.8.3.3 6. Устойчивость стенки 7. Устойчивость сжатого пояса 8. Ограничение по прогибу 9. Усталость балки 10. Усталость верхней зоны стенки 11. Прочность опорного ребра	0.031 0.051 0.097 0.168 0 0 0.007 0 0.018 0 0.058
---	---

Рис. 4 4.

6. Утилита подбора сечений стальных строительных конструкций

Программа подбора сечений предназначена для предварительного назначения параметров стальных конструкций на основании ограниченного набора исходных данных о конструкции, и действующих на неё нагрузок.

Программа позволяет подбирать сечения:

- прокатных двутавров с параллельными гранями полок (сортамент ГОСТ Р 57837);
- сварных труб круглого сечения (ГОСТ Р 58064);
- профилей гнутых замкнутых квадратного и прямоугольного сечений (ГОСТ 30245);
- сварных двутавров;
- балок из прокатных двутавров с перфорированной стенкой.

Критерий подбора сечений – минимальная масса конструкции.

В программе есть две возможности задания усилий, действующих на конструкцию:

- Задание PCY из решения на модели здания в какой-либо расчетной программе, либо использование в качестве PCY неблагоприятного сочетания нагрузок на колонну или балку
- Получение PCY из расчета многопролетной балки.

