РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

ТОО "Формула Проект"

Лицензия 05-ГСЛ№015661

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

"Капитальный ремонт котельной «Премьера» в виде замены дымовой трубы по адресу: г. Алматы, мкр. «Шугыла», улица Жайлау, дом №2Б, Наурызбайский район". (Корректировка).

Расчеты.

Директор ТОО "Формула Проект" Аскаров А. К.

Главный инженер проекта Тугамбаева Г. М.

г. Шымкент 2024 г.

П О Я С Н И Т Е Л Ь Н А Я З А П И С К А

Расчет пространственной системы
на статические и динамические воздействия
с выбором расчетных сочетаний усилий

Объект: РП «Капитальный ремонт котельной «Премьера» в виде замены дымовой трубы, находящегося по адресу г. Алматы, мкр. Шугыла (Премьера)»

Организация: ТОО «Формула Проект»

Выполнил: Шукенов Д.

Проверил: Калабаев А.

В В Е Д Е Н И Е

Расчет выполнен программным комплексом "ЛИРА-САПР".

В основу расчета положен метод конечных элементов в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов:

X линейное по оси X
Y линейное по оси Y
Z линейное по оси Z
UX угловое вокруг оси X
UY угловое вокруг оси Y
UZ угловое вокруг оси Z

Нормы для расчета железобетонных конструкций:
СНиП 2.03.01-84*
Нормы для расчета стальных конструкций:
СНиП II-23-81*
Нормы для расчета армокаменных конструкций и простенков:
СНиП II-22-81
Нормы для вычисления расчетных сочетаний усилий (РСУ):
СНиП 2.01.07-85*
Нормы для расчета параметров грунта:
СНиП 2.02.01 - 83

Типы используемых конечных элементов указаны в документе 1. В этом документе, кроме номеров узлов, относящихся к соответствующему элементу, указываются также номера типов жесткостей.

В расчетную схему включены следующие типы элементов:
Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загружения:

загружение 1 - статическое (соб вес)
загружение 2 - статическое (ветер)
загружение 3 - динамическое (Сейсмическое (СП РК 2.03-30-2017) - (60))
загружение 4 - динамическое (Сейсмическое (СП РК 2.03-30-2017) - (60))
загружение 5 - динамическое (Сейсмическое (СП РК 2.03-30-2017) - (60))

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются

по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики загружений:

загружение 1 - статическое (соб вес)
Данное загружение учитывается как постоянная нагрузка.
загружение 2 - статическое (ветер)
Данное загружение учитывается как кратковременная нагрузка.
Данное загружение является знакопеременным.
загружение 3 - динамическое (Сейсмическое (СП РК 2.03-30-2017) - (60))
Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.
Данное загружение является знакопеременным.
загружение 4 - динамическое (Сейсмическое (СП РК 2.03-30-2017) - (60))
Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.
Данное загружение является знакопеременным.
загружение 5 - динамическое (Сейсмическое (СП РК 2.03-30-2017) - (60))
Данное загружение учитывается как сейсмическая нагрузка.
Данное загружение является знакопеременным.

Ч Т Е Н И Е Р Е З У Л Ь Т А Т О В С Ч Е Т А

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.
Раздел 2. Исходные данные.
Раздел 3. Диагностические сообщения.
Раздел 5. Перемещения узлов.
Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.
Раздел 7. Реакции в узлах.
Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (РСУ).
Раздел 9. Периоды колебаний.
Раздел 10. Формы колебаний.
Раздел 17. Распределение масс.
Раздел 11. Узловые инерционные силы от динамических воздействий.

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы.
В первой графе находится номер загружения и индексация перемещений.
В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие.
Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.
Перемещения имеют следующую индексацию:

X линейное по оси X
Y линейное по оси Y
Z линейное по оси Z
UX угловое вокруг оси X
UY угловое вокруг оси Y
UZ угловое вокруг оси Z

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы.
В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загружения и индексация усилий.
В последующих графах указываются:
в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;
во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий (РСУ) в элементах для каждого сечения и дополнительная информация о сочетаниях усилий.

Вычисляются следующие группы РСУ:
Группа А1 – включает только те загружения, которые обладают длительностью действия; в эту группу включаются постоянные, длительные и кратковременные загружения; виды загружений – 0, 1, 2.
Группа В1 – включает все заданные загружения независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.
Группа С1 – включает группу В1 плюс сейсмическое загружение.
Группа D1 – включает группу В1 плюс особое (не сейсмическое) загружение.
Группа А2 – включает только постоянные и длительные загружения; виды загружений – 0, 1.
Группа В2 – включает постоянные, длительные и кратковременные загружения (кроме мгновенного); виды загружений – 0, 1, 2.
Группа С2 – включает все заданные загружения независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.
Группа D2 – включает группу С2 плюс сейсмическое загружение.

Вычисленные сочетания образуют 4 таблицы результатов:
Таблица 1 – РСУ расчетные, вычисленные по расчетным значениям усилий.
Таблица 2 – РСУ расчетные длительные, полученные при помощи умножения расчетных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.
Таблица 3 – РСУ нормативные, полученные при помощи деления расчетных усилий на соответствующие коэффициенты надежности по нагрузке.
Таблица 4 – РСУ нормативные длительные, полученные при помощи умножения нормативных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.

Заголовки таблиц РСУ содержат следующие индексы:
ЭЛМ – номер элемента в схеме;
НС – номер расчетного сечения в элементе (все КЭ кроме стержня имеют одно расчетное сечение);
КРТ – номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий, в соответствии с типом КЭ;
СТ – номер столбца коэффициентов сочетаний из таблицы исходных данных РСУ;
КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) загружения;
Г – индекс внутренней группы – А1, В1, С1, D1, А2, В2, С2, D2.
Далее следуют идентификаторы усилий/напряжений в соответствии с типом КЭ, а затем список из номеров загружений, которые составили текущее сочетание. Знакопеременное загружение, вошедшее в РСУ с противоположным знаком помечается знаком '–'.

Таблицы результатов по унифицированным РСУ формируются для каждого варианта конструирования с указанием номера варианта.
Заголовки таблиц унифицированных РСУ содержат следующие индексы:
ПЭ – признак принадлежности элемента;
ЭЛМ – порядковый номер элемента в схеме или в суперэлементе;
НС – номер расчетного сечения в элементе (все КЭ кроме стержня имеют одно расчетное сечение);
КРТ – номер критерия в соответствии с типом КЭ;
СТ – номер столбца коэффициентов сочетаний из таблицы исходных данных РСУ;
КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) загружения;
Г – индекс внутренней группы – А1, В1, С1, D1, А2, В2, С2, D2.

В разделе 9 для каждого динамического (или после модального анализа)загружения распечатываются значения периодов собственных колебаний.

В разделе 10 для каждого динамического (или модального) загружения распечатываются значения относительных перемещений узлов, соответствующих формам собственных колебаний.

В разделе 11 для каждого динамического загружения распечатываются значения составляющих динамической нагрузки после разложения ее по формам собственных колебаний.
В разделе 17 для каждого динамического загружения распечатываются значения масс, собранных в узлы. Размерность масс указана в шапке таблицы.
В первой графе находится номер загружения и индексация

масс. В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и соответствующие величины.

ИНДЕКСАЦИЯ И ПРАВИЛА ЗНАКОВ УСИЛИЙ В КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ. Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

N осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

MK крутящий момент относительно оси X1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси X1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MY изгибающий момент относительно оси Y1 положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

MZ изгибающий момент относительно оси Z1; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси Z1, на сечение, принадлежащее концу стержня.

QY перерезывающая сила вдоль оси Y1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Y1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

QZ перерезывающая сила вдоль оси Z1; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью Z1 для сечения, принадлежащего концу стержня.

Протокол расчета

```
Дата: 22.07.2019
GenuineIntel    Intel(R) Core(TM) i5-8250U CPU @ 1.60GHz    8 threads
Microsoft Windows 10  RUS 64-bit. Build 17134
Размер доступной физической памяти = 3422809600
17:51  Чтение исходных данных из файла C:\LIRA SAPR 2018\Data\труба.txt
17:51  Контроль исходных данных основной схемы
Количество узлов = 53 (из них количество неудаленных = 53)
Количество элементов = 140 (из них количество неудаленных = 140)
ОСНОВНАЯ СХЕМА
17:51  Оптимизация порядка неизвестных
Количество неизвестных = 306
РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
17:51  Формирование матрицы жесткости
17:51  Формирование векторов нагрузок
17:51  Разложение матрицы жесткости
17:51  Вычисление неизвестных
17:51  Контроль решения
РАСЧЕТ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ
17:51  Формирование матрицы масс для динамического загружения №3
17:51  Формирование матрицы масс для динамического загружения №4
17:51  Формирование матрицы масс для динамического загружения №5
Вычисление собственных колебаний для динамических загужений №№3 4 5
Суммарные массы:  mX=5.75017  mY=5.75017  mZ=5.76063  mUX=1.21589  mUY=1.21589
mUZ=3.00038  mW=0
17:51  Контроль пригодности схемы для вычисления собственных колебаний при
таком приложении масс. Контроль осуществляется путем приложения масс как
статических нагрузок
17:51  Вычисление собственных колебаний
17:51  Итерация №1
17:51  Итерация №2
Найдено форм 3 (из них 3 в заданном диапазоне)
17:51  Итерация №3
Найдено форм 14 (из них 14 в заданном диапазоне)
17:51  Итерация №4
Найдено форм 45 (из них 45 в заданном диапазоне)
17:51  Итерация №5
Найдено форм 67 (из них 67 в заданном диапазоне)
17:51  Итерация №6
Найдено форм 73 (из них 73 в заданном диапазоне)
17:51  Итерация №7
Найдено форм 85 (из них 85 в заданном диапазоне)
17:51  Итерация №8
Найдено форм 105 (из них 105 в заданном диапазоне)
17:51  Итерация №9
Найдено форм 134 (из них 134 в заданном диапазоне)
Направляющие косинусы поступательного движения из условия максимума
динамической реакции для динамических загружений №№3 4 5 :
Форма 6: CosX=-0.0126    CosY=0.9999    CosZ=-0.0005
Форма 7: CosX=-0.9999    CosY=-0.0126    CosZ=-0.0005
Форма 11: CosX=0.8287    CosY=-0.5596    CosZ=-0.0001
Форма 12: CosX=0.5596    CosY=0.8287    CosZ=0.0000
Форма 13: CosX=-0.6966    CosY=0.7170    CosZ=-0.0271
Форма 14: CosX=0.9938    CosY=0.1096    CosZ=0.0165
Форма 15: CosX=0.3477    CosY=0.9376    CosZ=-0.0084
Форма 17: CosX=-0.2418    CosY=0.9703    CosZ=-0.0018
Форма 18: CosX=-0.9703    CosY=-0.2418    CosZ=-0.0011
Форма 19: CosX=0.0115    CosY=-0.0115    CosZ=-0.9999
Форма 20: CosX=0.7063    CosY=0.7079    CosZ=0.0002
Форма 21: CosX=-0.7075    CosY=0.7060    CosZ=-0.0308
Форма 22: CosX=-0.7071    CosY=-0.7071    CosZ=-0.0005
Форма 24: CosX=0.5448    CosY=-0.7108    CosZ=0.4449
Форма 25: CosX=-0.7934    CosY=-0.6051    CosZ=-0.0666
Форма 27: CosX=-0.7035    CosY=0.7030    CosZ=-0.1038
Форма 28: CosX=0.7066    CosY=0.7076    CosZ=0.0018
Форма 29: CosX=0.7008    CosY=-0.7009    CosZ=-0.1327
Форма 30: CosX=-0.7071    CosY=-0.7071    CosZ=-0.0000
Форма 31: CosX=0.7047    CosY=-0.7064    CosZ=-0.0666
Форма 32: CosX=0.6884    CosY=-0.7200    CosZ=-0.0879
Форма 33: CosX=0.7226    CosY=0.6913    CosZ=-0.0017
Форма 35: CosX=0.0758    CosY=-0.0533    CosZ=-0.9957
Форма 36: CosX=0.3134    CosY=0.4032    CosZ=0.8598
```

```
Форма 37: CosX=-0.0108    CosY=0.0890    CosZ=0.9960
Форма 38: CosX=-0.0038    CosY=-0.0423    CosZ=-0.9991
Форма 39: CosX=0.0013    CosY=-0.0013    CosZ=-1.0000
Форма 41: CosX=0.7512    CosY=0.6595    CosZ=0.0282
Форма 42: CosX=-0.7139    CosY=-0.7003    CosZ=-0.0003
Форма 43: CosX=-0.6981    CosY=0.7124    CosZ=-0.0720
Форма 44: CosX=-0.0697    CosY=0.0680    CosZ=0.9952
Форма 45: CosX=0.8865    CosY=-0.4573    CosZ=-0.0706
Форма 46: CosX=0.4572    CosY=0.8891    CosZ=0.0229
Форма 50: CosX=0.7039    CosY=0.7103    CosZ=0.0050
Форма 51: CosX=-0.7299    CosY=-0.6813    CosZ=0.0558
Форма 52: CosX=-0.2811    CosY=0.2949    CosZ=0.9133
Форма 53: CosX=-0.1301    CosY=0.1318    CosZ=-0.9827
Форма 54: CosX=-0.6845    CosY=0.6691    CosZ=-0.2896
Форма 55: CosX=0.5172    CosY=-0.3949    CosZ=0.7594
Форма 56: CosX=-0.6068    CosY=-0.7810    CosZ=0.1476
Форма 57: CosX=0.7137    CosY=0.7004    CosZ=0.0053
Форма 58: CosX=0.7034    CosY=-0.7107    CosZ=0.0089
Форма 59: CosX=-0.7107    CosY=-0.7035    CosZ=-0.0000
Форма 61: CosX=0.9955    CosY=-0.0902    CosZ=0.0292
Форма 62: CosX=0.3011    CosY=-0.8622    CosZ=0.4074
Форма 63: CosX=0.3959    CosY=0.9183    CosZ=0.0085
Форма 64: CosX=0.9907    CosY=-0.1360    CosZ=0.0041
Форма 65: CosX=0.2160    CosY=0.9764    CosZ=-0.0029
Форма 66: CosX=0.6416    CosY=-0.7670    CosZ=0.0036
Форма 67: CosX=0.7637    CosY=0.6456    CosZ=0.0002
Форма 68: CosX=0.9243    CosY=-0.3816    CosZ=0.0009
Форма 69: CosX=0.3775    CosY=0.9260    CosZ=-0.0005
Форма 70: CosX=-0.7140    CosY=-0.6997    CosZ=-0.0245
Форма 71: CosX=0.6565    CosY=-0.6523    CosZ=0.3788
Форма 72: CosX=0.7083    CosY=0.7059    CosZ=-0.0012
Форма 73: CosX=-0.2435    CosY=0.2470    CosZ=-0.9379
Форма 74: CosX=0.5748    CosY=-0.5641    CosZ=0.5928
Форма 75: CosX=0.7011    CosY=0.7130    CosZ=-0.0019
Форма 76: CosX=0.6852    CosY=-0.7101    CosZ=0.1619
Форма 77: CosX=-0.7212    CosY=-0.6901    CosZ=-0.0609
Форма 78: CosX=-0.0024    CosY=0.0025    CosZ=1.0000
Форма 79: CosX=-0.4505    CosY=-0.5580    CosZ=-0.6969
Форма 80: CosX=0.9376    CosY=0.1191    CosZ=0.3268
Форма 81: CosX=-0.0242    CosY=-0.2692    CosZ=0.9628
Форма 82: CosX=-0.0083    CosY=-0.9680    CosZ=0.2509
Форма 83: CosX=-0.6996    CosY=-0.7145    CosZ=0.0007
Форма 84: CosX=0.6898    CosY=-0.6776    CosZ=0.2549
Форма 85: CosX=0.6991    CosY=0.6667    CosZ=-0.2583
Форма 86: CosX=0.1735    CosY=-0.1742    CosZ=0.9693
Форма 88: CosX=0.7035    CosY=-0.7046    CosZ=0.0930
Форма 89: CosX=-0.7142    CosY=-0.6971    CosZ=-0.0625
Форма 90: CosX=-0.6050    CosY=-0.6605    CosZ=0.4447
Форма 91: CosX=0.5045    CosY=-0.8459    CosZ=-0.1729
Форма 92: CosX=0.8809    CosY=0.4731    CosZ=0.0119
Форма 93: CosX=0.0768    CosY=-0.4148    CosZ=0.9067
Форма 94: CosX=0.0057    CosY=-0.5506    CosZ=-0.8347
Форма 95: CosX=0.6299    CosY=0.7606    CosZ=-0.1572
Форма 96: CosX=0.7392    CosY=-0.5940    CosZ=-0.3173
Форма 97: CosX=0.6613    CosY=0.7484    CosZ=0.0505
Форма 98: CosX=-0.0672    CosY=0.9269    CosZ=-0.3693
Форма 99: CosX=0.0417    CosY=-0.0540    CosZ=-0.9977
Форма 100: CosX=-0.7154    CosY=-0.5937    CosZ=-0.3683
Форма 101: CosX=-0.6325    CosY=0.6283    CosZ=0.4530
Форма 102: CosX=-0.7056    CosY=-0.7085    CosZ=0.0141
Форма 103: CosX=-0.8031    CosY=-0.5944    CosZ=0.0421
Форма 104: CosX=-0.9133    CosY=-0.3931    CosZ=0.1069
Форма 105: CosX=-0.4350    CosY=-0.8928    CosZ=-0.1173
Форма 106: CosX=0.6810    CosY=-0.6929    CosZ=-0.2370
Форма 107: CosX=0.7125    CosY=0.7016    CosZ=-0.0040
Форма 108: CosX=0.1613    CosY=-0.1595    CosZ=0.9739
Форма 109: CosX=-0.6285    CosY=-0.7087    CosZ=-0.3205
Форма 110: CosX=0.0799    CosY=-0.4750    CosZ=0.8763
Форма 111: CosX=-0.5196    CosY=0.5362    CosZ=-0.6652
Форма 112: CosX=0.7105    CosY=0.7036    CosZ=0.0163
Форма 113: CosX=0.7083    CosY=0.7058    CosZ=-0.0061
Форма 114: CosX=-0.5908    CosY=0.5905    CosZ=-0.5497
Форма 115: CosX=0.6278    CosY=0.2283    CosZ=0.7441
Форма 116: CosX=-0.2168    CosY=-0.0104    CosZ=-0.9762
```

```
Форма 117: CosX=0.6994    CosY=0.6951    CosZ=0.1664
Форма 119: CosX=0.8820    CosY=0.4702    CosZ=-0.0313
Форма 120: CosX=-0.4682    CosY=0.8762    CosZ=0.1145
Форма 121: CosX=-0.1766    CosY=0.2214    CosZ=-0.9591
Форма 122: CosX=-0.0781    CosY=0.0925    CosZ=-0.9926
Форма 123: CosX=-0.6947    CosY=-0.7126    CosZ=-0.0979
Форма 125: CosX=0.0043    CosY=-0.0020    CosZ=1.0000
Форма 126: CosX=0.2682    CosY=-0.2672    CosZ=0.9256
Форма 127: CosX=0.7168    CosY=0.6973    CosZ=0.0041
Форма 128: CosX=-0.7089    CosY=-0.7053    CosZ=-0.0013
Форма 129: CosX=0.6983    CosY=-0.7093    CosZ=-0.0966
Форма 130: CosX=-0.7082    CosY=-0.7059    CosZ=0.0133
Форма 132: CosX=-0.6889    CosY=0.6491    CosZ=0.3227
Форма 133: CosX=0.9561    CosY=0.2928    CosZ=-0.0079
Форма 134: CosX=-0.2950    CosY=0.9555    CosZ=0.0102
17:51  Формирование векторов динамических нагрузок
17:51  Вычисление неизвестных
Формирование результатов
17:51  Формирование топологии
17:51  Формирование перемещений
17:51  Вычисление и формирование усилий в элементах
17:51  Вычисление и формирование реакций в элементах
17:51  Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях
17:51  Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях
17:51  Формирование форм колебаний
Суммарные узловые нагрузки на основную схему:
Загружение 1     PX=0  PY=0  PZ=61.3063  PUX=0.665608  PUY=0.665608  PUZ=0
PW=0
Загружение 2     PX=4.074  PY=0  PZ=0  PUX=0  PUY=-0.0598  PUZ=0  PW=0
Загружение 3  -  7     PX=-9.04884  PY=-0.11447  PZ=-0.00257748  PUX=-
0.00272051  PUY=0.212017  PUZ=-2.51412e-006  PW=0
Загружение 3  -  11     PX=-1.2527  PY=0.845949  PZ=0.000151539  PUX=-
0.00623234  PUY=-0.00922812  PUZ=8.09117e-008  PW=0
Загружение 3  -  12     PX=-0.571272  PY=-0.845949  PZ=-1.9976e-005
PUX=0.00623208  PUY=-0.00420773  PUZ=-3.78576e-008  PW=0
Загружение 3  -  17     PX=-0.205418  PY=0.824223  PZ=-0.00144636  PUX=-
0.0300085  PUY=-0.00750367  PUZ=1.43482e-006  PW=0
Загружение 3  -  18     PX=-3.30712  PY=-0.824249  PZ=-0.00348697
PUX=0.029912  PUY=-0.120365  PUZ=-6.80089e-006  PW=0
Загружение 3  -  67     PX=-0.23488  PY=-0.19857  PZ=-6.78449e-005  PUX=-
0.00641123  PUY=0.00757729  PUZ=-0.000897655  PW=0
Загружение 3  -  68     PX=-0.729211  PY=0.301002  PZ=-0.000656252
PUX=0.0181781  PUY=0.0443187  PUZ=6.74992e-005  PW=0
Загружение 4  -  6     PX=0.11447  PY=-9.04884  PZ=0.00264353  PUX=-0.212017
PUY=-0.00271971  PUZ=-2.39599e-006  PW=0
Загружение 4  -  11     PX=0.845949  PY=-0.571272  PZ=-0.000102335
PUX=0.00420872  PUY=0.00623178  PUZ=-5.46399e-008  PW=0
Загружение 4  -  12     PX=-0.845949  PY=-1.25269  PZ=-2.95807e-005
PUX=0.00922856  PUY=-0.00623087  PUZ=-5.60602e-008  PW=0
Загружение 4  -  17     PX=0.824223  PY=-3.30713  PZ=0.00580341  PUX=0.120407
PUY=0.0301078  PUZ=-5.7571e-006  PW=0
Загружение 4  -  18     PX=-0.824249  PY=-0.205431  PZ=-0.000869074
PUX=0.0074551  PUY=-0.029999  PUZ=-1.69501e-006  PW=0
Загружение 4  -  66     PX=0.192696  PY=-0.230365  PZ=0.00103516  PUX=-
0.00748864  PUY=-0.00603755  PUZ=0.000756691  PW=0
Загружение 4  -  69     PX=-0.291967  PY=-0.71623  PZ=0.000384846  PUX=-
0.0440028  PUY=0.0182963  PUZ=0.00052256  PW=0
Загружение 5  -  6     PX=0.0338586  PY=-2.67652  PZ=0.000781919  PUX=-
0.0627116  PUY=-0.000804453  PUZ=-7.087e-007  PW=0
Загружение 5  -  7     PX=-2.75287  PY=-0.0348244  PZ=-0.000784131  PUX=-
0.000827644  PUY=0.0645006  PUZ=-7.64854e-007  PW=0
Загружение 5  -  12     PX=-0.425203  PY=-0.629648  PZ=-1.48683e-005
PUX=0.00463859  PUY=-0.00313185  PUZ=-2.81778e-008  PW=0
Загружение 5  -  18     PX=-1.24276  PY=-0.309739  PZ=-0.00131035
PUX=0.0112404  PUY=-0.0452311  PUZ=-2.55566e-006  PW=0
Загружение 5  -  19     PX=0.00720238  PY=-0.00719988  PZ=-0.601022  PUX=-
0.0441404  PUY=-0.0441494  PUZ=-1.34772e-006  PW=0
Загружение 5  -  39     PX=0.00185373  PY=-0.00189907  PZ=-1.3511  PUX=-
0.0081515  PUY=-0.0080873  PUZ=0.000121427  PW=0
Загружение 5  -  78     PX=0.0339253  PY=-0.0341635  PZ=-13.3252  PUX=-
0.183382  PUY=-0.181746  PUZ=0.000974753  PW=0
Расчет успешно завершен
Затраченное время = 0 мин
```

СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДЫ КОЛЕБАНИЙ, ЗАГРУЖЕНИЯ 3 (мод. 60)

N П/П	СОБСТВ. ЗНАЧЕНИЯ	ЧАСТОТЫ РАД/С	ЧАСТОТЫ ГЦ	ПЕРИОДЫ С	КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	МОДАЛЬНАЯ МАССА В %	
1	14.967169	0.07	0.01	93.9938	-0.000000	0.0	0.0
2	1.516130	0.66	0.11	9.5213	0.000000	0.0	0.0
3	1.308164	0.76	0.12	8.2153	0.000000	0.0	0.0
4	0.484456	2.06	0.33	3.0424	-0.000002	0.0	0.0
5	0.228665	4.37	0.70	1.4360	0.000025	0.0	0.0
6	0.146154	6.84	1.09	0.9178	-0.020764	0.0	0.0
7	0.146154	6.84	1.09	0.9178	-1.641362	59.9	59.9
8	0.135400	7.39	1.18	0.8503	-0.000187	0.0	59.9
9	0.092917	10.76	1.71	0.5835	0.000031	0.0	59.9
10	0.060869	16.43	2.62	0.3823	-0.000000	0.0	59.9
11	0.045819	21.83	3.48	0.2877	0.753083	6.5	66.4
12	0.045819	21.83	3.48	0.2877	0.508561	3.0	69.4
13	0.033366	29.97	4.77	0.2095	-0.083419	0.0	69.4
14	0.033366	29.97	4.77	0.2095	0.097646	0.0	69.4
15	0.033366	29.97	4.77	0.2095	0.042575	0.0	69.4
16	0.033353	29.98	4.77	0.2095	0.002743	0.0	69.4
17	0.032221	31.04	4.94	0.2023	-0.213337	1.1	70.5
18	0.032221	31.04	4.94	0.2023	-0.856005	17.2	87.6
19	0.028236	35.42	5.64	0.1773	0.080409	0.0	87.6
20	0.027709	36.09	5.75	0.1740	0.477802	0.0	87.6
21	0.027707	36.09	5.75	0.1740	-0.480703	0.0	87.7
22	0.027348	36.57	5.82	0.1717	-0.071107	0.0	87.7
23	0.026995	37.04	5.90	0.1695	-0.012263	0.0	87.7
24	0.026995	37.04	5.90	0.1695	0.098627	0.0	87.7
25	0.026995	37.04	5.90	0.1695	-0.128357	0.0	87.7
26	0.026993	37.05	5.90	0.1695	-0.000705	0.0	87.7
27	0.024841	40.26	6.41	0.1560	-0.001325	0.0	87.7
28	0.024831	40.27	6.41	0.1559	0.001131	0.0	87.7
29	0.024704	40.48	6.45	0.1551	0.116216	0.1	87.8
30	0.024704	40.48	6.45	0.1551	-0.117137	0.1	87.9
31	0.024629	40.60	6.47	0.1547	0.001524	0.0	87.9
32	0.024602	40.65	6.47	0.1545	0.004153	0.0	87.9
33	0.024602	40.65	6.47	0.1545	0.004252	0.0	87.9
34	0.023901	41.84	6.66	0.1501	-0.000823	0.0	87.9
35	0.020348	49.14	7.83	0.1278	0.064907	0.0	87.9
36	0.020348	49.14	7.83	0.1278	0.045406	0.0	87.9
37	0.020348	49.14	7.83	0.1278	-0.002469	0.0	87.9
38	0.020347	49.15	7.83	0.1278	-0.000174	0.0	87.9
39	0.020202	49.50	7.88	0.1269	0.008043	0.0	87.9
40	0.019338	51.71	8.23	0.1214	-0.000003	0.0	87.9
41	0.018823	53.13	8.46	0.1182	0.001017	0.0	87.9
42	0.018801	53.19	8.47	0.1181	-0.040066	0.0	87.9
43	0.018801	53.19	8.47	0.1181	-0.038958	0.0	87.9
44	0.018734	53.38	8.50	0.1176	-0.000371	0.0	87.9
45	0.018648	53.62	8.54	0.1171	0.021628	0.0	87.9
46	0.018648	53.62	8.54	0.1171	0.011002	0.0	87.9
47	0.018635	53.66	8.55	0.1170	0.000076	0.0	87.9
48	0.018287	54.68	8.71	0.1148	0.000385	0.0	87.9
49	0.017385	57.52	9.16	0.1092	0.000164	0.0	87.9
50	0.016097	62.12	9.89	0.1011	0.003542	0.0	87.9
51	0.016085	62.17	9.90	0.1010	-0.004821	0.0	87.9
52	0.016084	62.17	9.90	0.1010	-0.004455	0.0	87.9
53	0.015563	64.25	10.23	0.0977	-0.002674	0.0	87.9
54	0.015534	64.38	10.25	0.0976	-0.002224	0.0	87.9
55	0.015530	64.39	10.25	0.0975	0.009152	0.0	87.9
56	0.015530	64.39	10.25	0.0975	-0.006557	0.0	87.9
57	0.015331	65.23	10.39	0.0963	0.003735	0.0	87.9
58	0.014375	69.56	11.08	0.0903	1.911423	0.1	88.1
59	0.014373	69.57	11.08	0.0903	-1.965545	0.1	88.2
60	0.014247	70.19	11.18	0.0895	-0.017566	0.0	88.2
61	0.014214	70.35	11.20	0.0893	0.028584	0.0	88.2
62	0.014164	70.60	11.24	0.0890	0.197107	0.0	88.2
63	0.014164	70.60	11.24	0.0889	0.943154	0.0	88.2
64	0.014163	70.61	11.24	0.0889	4.287963	0.0	88.2
65	0.014162	70.61	11.24	0.0889	1.136897	0.0	88.3

66	0.014125	70.80	11.27	0.0887	4.681130	0.8	89.1
67	0.014121	70.82	11.28	0.0887	5.725716	1.2	90.3
68	0.014019	71.33	11.36	0.0880	5.492674	3.8	94.1
69	0.014019	71.33	11.36	0.0880	2.271507	0.6	94.7
70	0.013366	74.82	11.91	0.0839	-0.015589	0.0	94.7
71	0.013351	74.90	11.93	0.0838	0.119031	0.1	94.8
72	0.013348	74.92	11.93	0.0838	0.139926	0.1	94.8
73	0.013169	75.94	12.09	0.0827	-0.011550	0.0	94.8
74	0.013094	76.37	12.16	0.0822	0.039276	0.0	94.8
75	0.013093	76.37	12.16	0.0822	0.039061	0.0	94.8
76	0.013091	76.39	12.16	0.0822	0.008255	0.0	94.8
77	0.012319	81.18	12.93	0.0774	-0.003592	0.0	94.8
78	0.011165	89.56	14.26	0.0701	-0.003225	0.0	94.8
79	0.010817	92.45	14.72	0.0679	-0.140229	0.0	94.8
80	0.010816	92.45	14.72	0.0679	0.127907	0.0	94.8
81	0.010816	92.46	14.72	0.0679	-0.002392	0.0	94.8
82	0.010813	92.48	14.73	0.0679	-0.001438	0.0	94.8
83	0.010252	97.54	15.53	0.0644	-0.412413	0.5	95.4
84	0.010252	97.54	15.53	0.0644	0.408867	0.6	95.9
85	0.009778	102.27	16.29	0.0614	0.010310	0.0	95.9
86	0.009733	102.75	16.36	0.0611	0.003320	0.0	95.9
87	0.009710	102.99	16.40	0.0610	-0.000262	0.0	95.9
88	0.009692	103.18	16.43	0.0609	0.108638	0.0	95.9
89	0.009692	103.18	16.43	0.0609	-0.112142	0.0	96.0
90	0.009602	104.14	16.58	0.0603	-0.006338	0.0	96.0
91	0.009559	104.62	16.66	0.0600	0.333344	0.0	96.0
92	0.009558	104.62	16.66	0.0600	0.603313	0.0	96.0
93	0.009547	104.74	16.68	0.0600	0.003646	0.0	96.0
94	0.009545	104.76	16.68	0.0599	0.000174	0.0	96.0
95	0.008998	111.13	17.70	0.0565	0.032490	0.0	96.0
96	0.008985	111.30	17.72	0.0564	0.508095	0.0	96.0
97	0.008985	111.30	17.72	0.0564	0.407921	0.0	96.0
98	0.008983	111.32	17.73	0.0564	-0.003441	0.0	96.0
99	0.008941	111.85	17.81	0.0561	0.006044	0.0	96.0
100	0.008889	112.49	17.91	0.0558	-0.023454	0.0	96.0
101	0.008416	118.82	18.92	0.0529	-0.042893	0.0	96.0
102	0.008415	118.83	18.92	0.0528	-0.042694	0.0	96.0
103	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.841474	0.0	96.0
104	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.301769	0.0	96.0
105	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.028488	0.0	96.0
106	0.008158	122.57	19.52	0.0512	0.369991	0.5	96.5
107	0.008158	122.58	19.52	0.0512	0.648342	0.5	97.1
108	0.007663	130.49	20.78	0.0481	0.002839	0.0	97.1
109	0.007600	131.58	20.95	0.0477	-0.004894	0.0	97.1
110	0.007587	131.80	20.99	0.0476	0.000309	0.0	97.1
111	0.007497	133.39	21.24	0.0471	-0.038775	0.0	97.1
112	0.007495	133.43	21.25	0.0471	0.039081	0.0	97.1
113	0.007283	137.31	21.86	0.0457	0.293912	0.2	97.3
114	0.007281	137.34	21.87	0.0457	-0.280491	0.2	97.5
115	0.007110	140.64	22.40	0.0447	0.003022	0.0	97.5
116	0.007081	141.22	22.49	0.0445	-0.002516	0.0	97.5
117	0.007044	141.97	22.61	0.0442	0.006873	0.0	97.5
118	0.007024	142.37	22.67	0.0441	0.000862	0.0	97.5
119	0.006459	154.83	24.66	0.0406	0.275981	0.1	97.6
120	0.006458	154.83	24.66	0.0406	-0.148210	0.0	97.6
121	0.006237	160.33	25.53	0.0392	-0.006568	0.0	97.6
122	0.006173	162.00	25.80	0.0388	-0.001511	0.0	97.6
123	0.006146	162.72	25.91	0.0386	-0.008096	0.0	97.6
124	0.006120	163.39	26.02	0.0384	0.001545	0.0	97.6
125	0.006108	163.72	26.07	0.0384	0.000943	0.0	97.6
126	0.006028	165.88	26.41	0.0379	0.035472	0.0	97.6
127	0.006027	165.93	26.42	0.0378	0.027373	0.0	97.6
128	0.005863	170.56	27.16	0.0368	-0.125923	0.3	97.9
129	0.005862	170.58	27.16	0.0368	0.123877	0.3	98.1
130	0.005783	172.92	27.53	0.0363	-0.003241	0.0	98.1
131	0.005702	175.37	27.93	0.0358	0.000013	0.0	98.1
132	0.005697	175.53	27.95	0.0358	-0.003228	0.0	98.1
133	0.005315	188.14	29.96	0.0334	0.240590	0.5	98.6
134	0.005315	188.14	29.96	0.0334	-0.073903	0.0	98.7

СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДЫ КОЛЕБАНИЙ, ЗАГРУЖЕНИЯ 4 (мод. 60)

N П/П	СОБСТВ. ЗНАЧЕНИЯ	ЧАСТОТЫ РАД/С	ЧАСТОТЫ ГЦ	ПЕРИОДЫ С	КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	МОДАЛЬНАЯ МАССА В %	
1	14.967169	0.07	0.01	93.9938	-0.000000	0.0	0.0
2	1.516130	0.66	0.11	9.5213	0.000000	0.0	0.0
3	1.308164	0.76	0.12	8.2153	0.000000	0.0	0.0
4	0.484456	2.06	0.33	3.0424	-0.000002	0.0	0.0
5	0.228665	4.37	0.70	1.4360	0.000025	0.0	0.0
6	0.146154	6.84	1.09	0.9178	1.641362	59.9	59.9
7	0.146154	6.84	1.09	0.9178	-0.020764	0.0	59.9
8	0.135400	7.39	1.18	0.8503	-0.000186	0.0	59.9
9	0.092917	10.76	1.71	0.5835	0.000031	0.0	59.9
10	0.060869	16.43	2.62	0.3823	-0.000001	0.0	59.9
11	0.045819	21.83	3.48	0.2877	-0.508560	3.0	62.9
12	0.045819	21.83	3.48	0.2877	0.753085	6.5	69.4
13	0.033366	29.97	4.77	0.2095	0.085859	0.0	69.4
14	0.033366	29.97	4.77	0.2095	0.010770	0.0	69.4
15	0.033366	29.97	4.77	0.2095	0.114802	0.0	69.4
16	0.033353	29.98	4.77	0.2095	0.002151	0.0	69.4
17	0.032221	31.04	4.94	0.2023	0.855998	17.2	86.6
18	0.032221	31.04	4.94	0.2023	-0.213346	1.1	87.6
19	0.028236	35.42	5.64	0.1773	-0.080381	0.0	87.6
20	0.027709	36.09	5.75	0.1740	0.478862	0.0	87.6
21	0.027707	36.09	5.75	0.1740	0.479648	0.0	87.7
22	0.027348	36.57	5.82	0.1717	-0.071106	0.0	87.7
23	0.026995	37.04	5.90	0.1695	-0.009509	0.0	87.7
24	0.026995	37.04	5.90	0.1695	-0.128675	0.0	87.7
25	0.026995	37.04	5.90	0.1695	-0.097891	0.0	87.7
26	0.026993	37.05	5.90	0.1695	-0.001171	0.0	87.7
27	0.024841	40.26	6.41	0.1560	0.001324	0.0	87.7
28	0.024831	40.27	6.41	0.1559	0.001133	0.0	87.7
29	0.024704	40.48	6.45	0.1551	-0.116218	0.1	87.8
30	0.024704	40.48	6.45	0.1551	-0.117136	0.1	87.9
31	0.024629	40.60	6.47	0.1547	-0.001528	0.0	87.9
32	0.024602	40.65	6.47	0.1545	-0.004344	0.0	87.9
33	0.024602	40.65	6.47	0.1545	0.004068	0.0	87.9
34	0.023901	41.84	6.66	0.1501	-0.000821	0.0	87.9
35	0.020348	49.14	7.83	0.1278	-0.045616	0.0	87.9
36	0.020348	49.14	7.83	0.1278	0.058420	0.0	87.9
37	0.020348	49.14	7.83	0.1278	0.020405	0.0	87.9
38	0.020347	49.15	7.83	0.1278	-0.001944	0.0	87.9
39	0.020202	49.50	7.88	0.1269	-0.008240	0.0	87.9
40	0.019338	51.71	8.23	0.1214	-0.000004	0.0	87.9
41	0.018823	53.13	8.46	0.1182	0.000893	0.0	87.9
42	0.018801	53.19	8.47	0.1181	-0.039302	0.0	87.9
43	0.018801	53.19	8.47	0.1181	0.039756	0.0	87.9
44	0.018734	53.38	8.50	0.1176	0.000362	0.0	87.9
45	0.018648	53.62	8.54	0.1171	-0.011158	0.0	87.9
46	0.018648	53.62	8.54	0.1171	0.021397	0.0	87.9
47	0.018635	53.66	8.55	0.1170	-0.000092	0.0	87.9
48	0.018287	54.68	8.71	0.1148	0.000354	0.0	87.9
49	0.017385	57.52	9.16	0.1092	0.000142	0.0	87.9
50	0.016097	62.12	9.89	0.1011	0.003574	0.0	87.9
51	0.016085	62.17	9.90	0.1010	-0.004500	0.0	87.9
52	0.016084	62.17	9.90	0.1010	0.004673	0.0	87.9
53	0.015563	64.25	10.23	0.0977	0.002710	0.0	87.9
54	0.015534	64.38	10.25	0.0976	0.002174	0.0	87.9
55	0.015530	64.39	10.25	0.0975	-0.006988	0.0	87.9
56	0.015530	64.39	10.25	0.0975	-0.008440	0.0	87.9
57	0.015331	65.23	10.39	0.0963	0.003665	0.0	87.9
58	0.014375	69.56	11.08	0.0903	-1.931147	0.1	88.1
59	0.014373	69.57	11.08	0.0903	-1.945643	0.1	88.2
60	0.014247	70.19	11.18	0.0895	0.007666	0.0	88.2
61	0.014214	70.35	11.20	0.0893	-0.002589	0.0	88.2
62	0.014164	70.60	11.24	0.0890	-0.564500	0.0	88.2
63	0.014164	70.60	11.24	0.0889	2.187528	0.0	88.2
64	0.014163	70.61	11.24	0.0889	-0.588492	0.0	88.2
65	0.014162	70.61	11.24	0.0889	5.138128	0.1	88.3

66	0.014125	70.80	11.27	0.0887	-5.596222	1.2	89.5
67	0.014121	70.82	11.28	0.0887	4.840570	0.9	90.3
68	0.014019	71.33	11.36	0.0880	-2.267255	0.6	91.0
69	0.014019	71.33	11.36	0.0880	5.572286	3.7	94.7
70	0.013366	74.82	11.91	0.0839	-0.015276	0.0	94.7
71	0.013351	74.90	11.93	0.0838	-0.118272	0.1	94.8
72	0.013348	74.92	11.93	0.0838	0.139440	0.1	94.8
73	0.013169	75.94	12.09	0.0827	0.011718	0.0	94.8
74	0.013094	76.37	12.16	0.0822	-0.038548	0.0	94.8
75	0.013093	76.37	12.16	0.0822	0.039726	0.0	94.8
76	0.013091	76.39	12.16	0.0822	-0.008555	0.0	94.8
77	0.012319	81.18	12.93	0.0774	-0.003437	0.0	94.8
78	0.011165	89.56	14.26	0.0701	0.003248	0.0	94.8
79	0.010817	92.45	14.72	0.0679	-0.173669	0.0	94.8
80	0.010816	92.45	14.72	0.0679	0.016245	0.0	94.8
81	0.010816	92.46	14.72	0.0679	-0.026607	0.0	94.8
82	0.010813	92.48	14.73	0.0679	-0.167071	0.0	94.8
83	0.010252	97.54	15.53	0.0644	-0.421192	0.6	95.4
84	0.010252	97.54	15.53	0.0644	-0.401628	0.5	95.9
85	0.009778	102.27	16.29	0.0614	0.009832	0.0	95.9
86	0.009733	102.75	16.36	0.0611	-0.003335	0.0	95.9
87	0.009710	102.99	16.40	0.0610	0.000316	0.0	95.9
88	0.009692	103.18	16.43	0.0609	-0.108817	0.0	95.9
89	0.009692	103.18	16.43	0.0609	-0.109461	0.0	96.0
90	0.009602	104.14	16.58	0.0603	-0.006920	0.0	96.0
91	0.009559	104.62	16.66	0.0600	-0.558964	0.0	96.0
92	0.009558	104.62	16.66	0.0600	0.324009	0.0	96.0
93	0.009547	104.74	16.68	0.0600	-0.019690	0.0	96.0
94	0.009545	104.76	16.68	0.0599	-0.016749	0.0	96.0
95	0.008998	111.13	17.70	0.0565	0.039235	0.0	96.0
96	0.008985	111.30	17.72	0.0564	-0.408306	0.0	96.0
97	0.008985	111.30	17.72	0.0564	0.461665	0.0	96.0
98	0.008983	111.32	17.73	0.0564	0.047484	0.0	96.0
99	0.008941	111.85	17.81	0.0561	-0.007836	0.0	96.0
100	0.008889	112.49	17.91	0.0558	-0.019465	0.0	96.0
101	0.008416	118.82	18.92	0.0529	0.042611	0.0	96.0
102	0.008415	118.83	18.92	0.0528	-0.042869	0.0	96.0
103	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.622786	0.0	96.0
104	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.129876	0.0	96.0
105	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.058471	0.0	96.0
106	0.008158	122.57	19.52	0.0512	-0.376425	0.5	96.6
107	0.008158	122.58	19.52	0.0512	0.638397	0.5	97.1
108	0.007663	130.49	20.78	0.0481	-0.002808	0.0	97.1
109	0.007600	131.58	20.95	0.0477	-0.005519	0.0	97.1
110	0.007587	131.80	20.99	0.0476	-0.001838	0.0	97.1
111	0.007497	133.39	21.24	0.0471	0.040017	0.0	97.1
112	0.007495	133.43	21.25	0.0471	0.038701	0.0	97.1
113	0.007283	137.31	21.86	0.0457	0.292881	0.2	97.3
114	0.007281	137.34	21.87	0.0457	0.280353	0.2	97.5
115	0.007110	140.64	22.40	0.0447	0.001099	0.0	97.5
116	0.007081	141.22	22.49	0.0445	-0.000120	0.0	97.5
117	0.007044	141.97	22.61	0.0442	0.006830	0.0	97.5
118	0.007024	142.37	22.67	0.0441	0.001817	0.0	97.5
119	0.006459	154.83	24.66	0.0406	0.147141	0.0	97.6
120	0.006458	154.83	24.66	0.0406	0.277339	0.1	97.6
121	0.006237	160.33	25.53	0.0392	0.008235	0.0	97.6
122	0.006173	162.00	25.80	0.0388	0.001790	0.0	97.6
123	0.006146	162.72	25.91	0.0386	-0.008304	0.0	97.6
124	0.006120	163.39	26.02	0.0384	0.001542	0.0	97.6
125	0.006108	163.72	26.07	0.0384	-0.000441	0.0	97.6
126	0.006028	165.88	26.41	0.0379	-0.035339	0.0	97.6
127	0.006027	165.93	26.42	0.0378	0.026626	0.0	97.6
128	0.005863	170.56	27.16	0.0368	-0.125285	0.3	97.9
129	0.005862	170.58	27.16	0.0368	-0.125820	0.3	98.1
130	0.005783	172.92	27.53	0.0363	-0.003230	0.0	98.1
131	0.005702	175.37	27.93	0.0358	-0.000127	0.0	98.1
132	0.005697	175.53	27.95	0.0358	0.003042	0.0	98.1
133	0.005315	188.14	29.96	0.0334	0.073685	0.0	98.2
134	0.005315	188.14	29.96	0.0334	0.239379	0.5	98.7

СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ЧАСТОТЫ, ПЕРИОДЫ КОЛЕБАНИЙ, ЗАГРУЖЕНИЯ 5 (мод. 60)

N П/П	СОБСТВ. ЗНАЧЕНИЯ	ЧАСТОТЫ РАД/С	ЧАСТОТЫ ГЦ	ПЕРИОДЫ С	КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	МОДАЛЬНАЯ МАССА В %	
1	14.967169	0.07	0.01	93.9938	-0.000000	0.0	0.0
2	1.516130	0.66	0.11	9.5213	0.000000	0.0	0.0
3	1.308164	0.76	0.12	8.2153	0.000000	0.0	0.0
4	0.484456	2.06	0.33	3.0424	-0.000001	0.0	0.0
5	0.228665	4.37	0.70	1.4360	0.000015	0.0	0.0
6	0.146154	6.84	1.09	0.9178	0.485492	5.2	5.2
7	0.146154	6.84	1.09	0.9178	-0.499342	5.5	10.8
8	0.135400	7.39	1.18	0.8503	-0.000112	0.0	10.8
9	0.092917	10.76	1.71	0.5835	0.000019	0.0	10.8
10	0.060869	16.43	2.62	0.3823	-0.000000	0.0	10.8
11	0.045819	21.83	3.48	0.2877	0.073258	0.1	10.8
12	0.045819	21.83	3.48	0.2877	0.378527	1.6	12.5
13	0.033366	29.97	4.77	0.2095	-0.002204	0.0	12.5
14	0.033366	29.97	4.77	0.2095	0.033995	0.0	12.5
15	0.033366	29.97	4.77	0.2095	0.046279	0.0	12.5
16	0.033353	29.98	4.77	0.2095	0.001442	0.0	12.5
17	0.032221	31.04	4.94	0.2023	0.191380	0.9	13.3
18	0.032221	31.04	4.94	0.2023	-0.321672	2.4	15.8
19	0.028236	35.42	5.64	0.1773	-6.329202	2.9	18.7
20	0.027709	36.09	5.75	0.1740	0.287121	0.0	18.7
21	0.027707	36.09	5.75	0.1740	-0.019239	0.0	18.7
22	0.027348	36.57	5.82	0.1717	-0.042707	0.0	18.7
23	0.026995	37.04	5.90	0.1695	-0.008352	0.0	18.7
24	0.026995	37.04	5.90	0.1695	0.063917	0.0	18.7
25	0.026995	37.04	5.90	0.1695	-0.077631	0.0	18.7
26	0.026993	37.05	5.90	0.1695	-0.000740	0.0	18.7
27	0.024841	40.26	6.41	0.1560	-0.000177	0.0	18.7
28	0.024831	40.27	6.41	0.1559	0.000682	0.0	18.7
29	0.024704	40.48	6.45	0.1551	-0.019930	0.0	18.7
30	0.024704	40.48	6.45	0.1551	-0.070286	0.0	18.7
31	0.024629	40.60	6.47	0.1547	-0.000131	0.0	18.7
32	0.024602	40.65	6.47	0.1545	-0.000537	0.0	18.7
33	0.024602	40.65	6.47	0.1545	0.002487	0.0	18.7
34	0.023901	41.84	6.66	0.1501	-0.000490	0.0	18.7
35	0.020348	49.14	7.83	0.1278	-0.765872	0.0	18.7
36	0.020348	49.14	7.83	0.1278	0.143963	0.0	18.7
37	0.020348	49.14	7.83	0.1278	0.212212	0.0	18.7
38	0.020347	49.15	7.83	0.1278	-0.042193	0.0	18.7
39	0.020202	49.50	7.88	0.1269	-5.529772	6.6	25.4
40	0.019338	51.71	8.23	0.1214	-0.000002	0.0	25.4
41	0.018823	53.13	8.46	0.1182	0.000608	0.0	25.4
42	0.018801	53.19	8.47	0.1181	-0.023829	0.0	25.4
43	0.018801	53.19	8.47	0.1181	-0.003397	0.0	25.4
44	0.018734	53.38	8.50	0.1176	0.004795	0.0	25.4
45	0.018648	53.62	8.54	0.1171	0.001581	0.0	25.4
46	0.018648	53.62	8.54	0.1171	0.010218	0.0	25.4
47	0.018635	53.66	8.55	0.1170	0.000039	0.0	25.4
48	0.018287	54.68	8.71	0.1148	0.000226	0.0	25.4
49	0.017385	57.52	9.16	0.1092	0.000095	0.0	25.4
50	0.016097	62.12	9.89	0.1011	0.002158	0.0	25.4
51	0.016085	62.17	9.90	0.1010	-0.002462	0.0	25.4
52	0.016084	62.17	9.90	0.1010	0.013173	0.0	25.4
53	0.015563	64.25	10.23	0.0977	-0.018282	0.0	25.4
54	0.015534	64.38	10.25	0.0976	-0.000867	0.0	25.4
55	0.015530	64.39	10.25	0.0975	0.012818	0.0	25.4
56	0.015530	64.39	10.25	0.0975	-0.003055	0.0	25.4
57	0.015331	65.23	10.39	0.0963	0.002245	0.0	25.4
58	0.014375	69.56	11.08	0.0903	0.016081	0.0	25.4
59	0.014373	69.57	11.08	0.0903	-1.173497	0.0	25.4
60	0.014247	70.19	11.18	0.0895	-0.007030	0.0	25.4
61	0.014214	70.35	11.20	0.0893	0.008559	0.0	25.4
62	0.014164	70.60	11.24	0.0890	0.131329	0.0	25.4
63	0.014164	70.60	11.24	0.0889	0.957556	0.0	25.4
64	0.014163	70.61	11.24	0.0889	1.125830	0.0	25.4
65	0.014162	70.61	11.24	0.0889	1.868859	0.0	25.4

66	0.014125	70.80	11.27	0.0887	-0.250817	0.0	25.4
67	0.014121	70.82	11.28	0.0887	3.171557	0.4	25.8
68	0.014019	71.33	11.36	0.0880	0.972322	0.1	25.9
69	0.014019	71.33	11.36	0.0880	2.350396	0.7	26.6
70	0.013366	74.82	11.91	0.0839	-0.009745	0.0	26.6
71	0.013351	74.90	11.93	0.0838	0.062414	0.0	26.6
72	0.013348	74.92	11.93	0.0838	0.083603	0.0	26.6
73	0.013169	75.94	12.09	0.0827	-0.040240	0.0	26.6
74	0.013094	76.37	12.16	0.0822	0.036899	0.0	26.6
75	0.013093	76.37	12.16	0.0822	0.023543	0.0	26.6
76	0.013091	76.39	12.16	0.0822	0.001676	0.0	26.6
77	0.012319	81.18	12.93	0.0774	-0.002384	0.0	26.6
78	0.011165	89.56	14.26	0.0701	1.194848	65.2	91.8
79	0.010817	92.45	14.72	0.0679	-0.290603	0.0	91.8
80	0.010816	92.45	14.72	0.0679	0.083619	0.0	91.8
81	0.010816	92.46	14.72	0.0679	0.077480	0.0	91.8
82	0.010813	92.48	14.73	0.0679	-0.011341	0.0	91.8
83	0.010252	97.54	15.53	0.0644	-0.249718	0.2	92.0
84	0.010252	97.54	15.53	0.0644	0.138954	0.1	92.1
85	0.009778	102.27	16.29	0.0614	0.002593	0.0	92.1
86	0.009733	102.75	16.36	0.0611	0.016794	0.0	92.1
87	0.009710	102.99	16.40	0.0610	0.000798	0.0	92.1
88	0.009692	103.18	16.43	0.0609	0.012956	0.0	92.1
89	0.009692	103.18	16.43	0.0609	-0.075374	0.0	92.1
90	0.009602	104.14	16.58	0.0603	0.000242	0.0	92.1
91	0.009559	104.62	16.66	0.0600	-0.171148	0.0	92.1
92	0.009558	104.62	16.66	0.0600	0.285570	0.0	92.1
93	0.009547	104.74	16.68	0.0600	0.034155	0.0	92.1
94	0.009545	104.76	16.68	0.0599	-0.027964	0.0	92.1
95	0.008998	111.13	17.70	0.0565	0.014177	0.0	92.1
96	0.008985	111.30	17.72	0.0564	-0.167579	0.0	92.1
97	0.008985	111.30	17.72	0.0564	0.289106	0.0	92.1
98	0.008983	111.32	17.73	0.0564	-0.003921	0.0	92.1
99	0.008941	111.85	17.81	0.0561	-0.131599	0.0	92.1
100	0.008889	112.49	17.91	0.0558	-0.023809	0.0	92.1
101	0.008416	118.82	18.92	0.0529	0.027732	0.0	92.1
102	0.008415	118.83	18.92	0.0528	-0.024896	0.0	92.1
103	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.399367	0.0	92.1
104	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.097508	0.0	92.1
105	0.008168	122.43	19.50	0.0513	-0.033046	0.0	92.1
106	0.008158	122.57	19.52	0.0512	-0.118520	0.1	92.1
107	0.008158	122.58	19.52	0.0512	0.382724	0.2	92.3
108	0.007663	130.49	20.78	0.0481	0.015530	0.0	92.3
109	0.007600	131.58	20.95	0.0477	-0.005384	0.0	92.3
110	0.007587	131.80	20.99	0.0476	0.002612	0.0	92.3
111	0.007497	133.39	21.24	0.0471	-0.044583	0.0	92.3
112	0.007495	133.43	21.25	0.0471	0.024148	0.0	92.3
113	0.007283	137.31	21.86	0.0457	0.173770	0.1	92.4
114	0.007281	137.34	21.87	0.0457	-0.236365	0.2	92.6
115	0.007110	140.64	22.40	0.0447	0.004480	0.0	92.6
116	0.007081	141.22	22.49	0.0445	-0.011048	0.0	92.6
117	0.007044	141.97	22.61	0.0442	0.005592	0.0	92.6
118	0.007024	142.37	22.67	0.0441	-0.001511	0.0	92.6
119	0.006459	154.83	24.66	0.0406	0.118073	0.0	92.6
120	0.006458	154.83	24.66	0.0406	0.071561	0.0	92.6
121	0.006237	160.33	25.53	0.0392	-0.031799	0.0	92.6
122	0.006173	162.00	25.80	0.0388	-0.017302	0.0	92.6
123	0.006146	162.72	25.91	0.0386	-0.005953	0.0	92.6
124	0.006120	163.39	26.02	0.0384	0.001577	0.0	92.6
125	0.006108	163.72	26.07	0.0384	0.197672	0.1	92.7
126	0.006028	165.88	26.41	0.0379	0.110880	0.0	92.7
127	0.006027	165.93	26.42	0.0378	0.016342	0.0	92.7
128	0.005863	170.56	27.16	0.0368	-0.075567	0.1	92.8
129	0.005862	170.58	27.16	0.0368	-0.016099	0.0	92.8
130	0.005783	172.92	27.53	0.0363	-0.001886	0.0	92.8
131	0.005702	175.37	27.93	0.0358	0.000315	0.0	92.8
132	0.005697	175.53	27.95	0.0358	0.001313	0.0	92.8
133	0.005315	188.14	29.96	0.0334	0.092487	0.1	92.9
134	0.005315	188.14	29.96	0.0334	0.051967	0.0	92.9

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЕЙ АРМИРОВАНИЯ

Модуль **СТЕРЖЕНЬ** - косое внецентренное нагружение с кручением.

Модуль выполняет подбор арматуры при наличии в сечениях стержня:

- нормальной силы (сжатие или растяжение) N;
- крутящего момента Mk;
- изгибающих моментов в двух плоскостях My,Mz;
- перерезывающих сил Qz,Qy.

Выполняется расчет по предельным состояниям первой и второй группы (прочность и трещиностойкость). Армируемые сечения: прмоугольное, тавровое, двутавровое, коробчатое, круглое и кольцевое (данные сечения имеют хотя бы одну ось симметрии); крестовое, тавровое со смещенной полкой, уголковое (данные сечения несимметричные).

По желанию пользователя может быть выбран алгоритм подбора арматуры:

- Алгоритм дискретной арматуры с приоритетным расположением стержней в угловых зонах сечения. Режим - выделять угловые стержни.
- Алгоритм распределенной арматуры с равномерным расположением расчетных площадей арматуры вдоль нижней и верхней стороны сечения ("размазанная" арматура). Режим - не выделять угловые стержни.

Данный алгоритм не допускается в таких случаях:

при расчете пространственного стержня, в котором один из изгибающих моментов (MY или MZ) больше другого на 10%;

при наличии арматуры, обусловленной действием крутящего момента, которая располагается по сторонам сечения и не может быть "размазана";

в двутавровом сечении;

при наличии преобладающего момента Mz.

Для этих случаев принудительно используется алгоритм дискретной арматуры.

Не рекомендуется применять "размазанную" арматуру в колоннах, где приоритетное расположение арматуры в углах является наиболее целесообразным.

По желанию пользователя может быть получено симметричное и несимметричное армирование относительно оси Y или оси Z.

Подбор поперечной арматуры осуществляется исходя из величины перерезывающей силы по направлениям Y и Z. Результаты подбора поперечной арматуры - площадь арматуры по направлениям Y и Z при шагах 15, 20, 30 см.

Для подобранной арматуры по условиям трещиностойкости определется ширина продолжительного и кратковременного раскрытия трещин. Ширина раскрытия трещин определяется с учетом нормальной силы и моментов MY и MZ.

Схема симметричного армирования

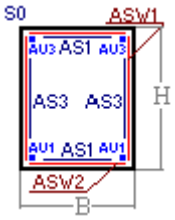
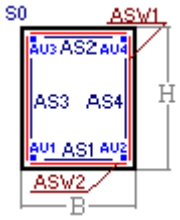


Схема несимметричного армирования



Если был использован алгоритм распределенной арматуры с равномерным расположением расчетных площадей арматуры вдоль сторон сечения, то угловая арматура AU1, AU2, AU3, AU4 будет входить в расположенную вдоль граней AS1, AS2.

ОПИСАНИЕ ТАБЛИЦ РЕЗУЛЬТАТОВ

Если подбор арматуры осуществлялся для унифицированных групп элементов, для конструктивных элементов и унифицированных групп конструктивных элементов, то формируется таблица в которую заносится информация о составе:

Номер УКОЕ - номера унифицированных групп конструктивных элементов;

Номер КОЕ - номера конструктивных элементов;

Номер УГ - номера унифицированных групп элементов;

ВИД - символьное обозначение:

С - стержень; К - колонна; Б - балка; Т - балка-стенка; П - плита; О - оболочка;

НОМЕРА ЭЛЕМЕНТОВ В РАСЧЕТНОЙ СХЕМЕ - номера элементов,входящих в унифицированную группу или в конструктивный элемент.

Таблица результатов подбора арматуры:

ЭЛЕМЕНТ - номер элемента в расчетной схеме;

СЕЧЕНИЕ - номер армируемого сечения стержневого элемента; В этой же графе буквой **С** обозначается симметричное армирование, а буквой **Н** обозначается несимметричное армирование. Знаком ***** отмечена арматура обусловленная кручением.

ПРОДОЛЬНАЯ АРМАТУРА - площади подобранной продольной арматуры и процент армирования.

Для стержней (см^2):

AU1 - площадь угловой нижней продольной арматуры (в левом нижнем угле сечения);
AU2 - площадь угловой нижней продольной арматуры (в правом нижнем угле сечения);
AU3 - площадь угловой верхней продольной арматуры (в левом верхнем угле сечения);
AU4 - площадь угловой верхней продольной арматуры (в правом верхнем угле сечения);
AS1 - площадь нижней продольной арматуры;
AS2 - площадь верхней продольной арматуры;
AS3 - площадь боковой продольной арматуры (у левой кромки сечения);
AS4 - площадь боковой продольной арматуры (у правой кромки сечения);

Для пластин (см2/пм):

AS1 - площадь нижней арматуры по направлению X;
AS2 - площадь верхней арматуры по направлению X;
AS3 - площадь нижней арматуры по направлению Y;
AS4 - площадь верхней арматуры по направлению Y;

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА - площади поперечной арматуры при шагах 15,20,30 см

Для стержней (см2):

ASW1 - вертикальная поперечная арматура;
ASW2 - горизонтальная поперечная арматура;

Для пластин (см2/пм):

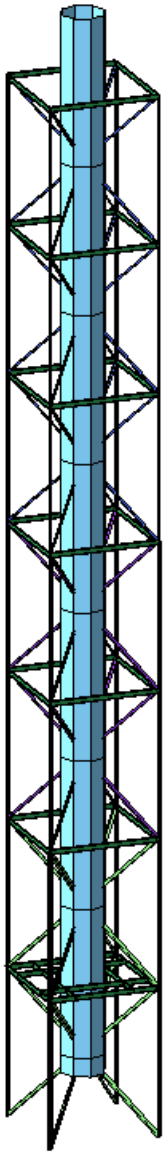
ASW1 - поперечная арматура по направлению X;
ASW2 - поперечная арматура по направлению Y;

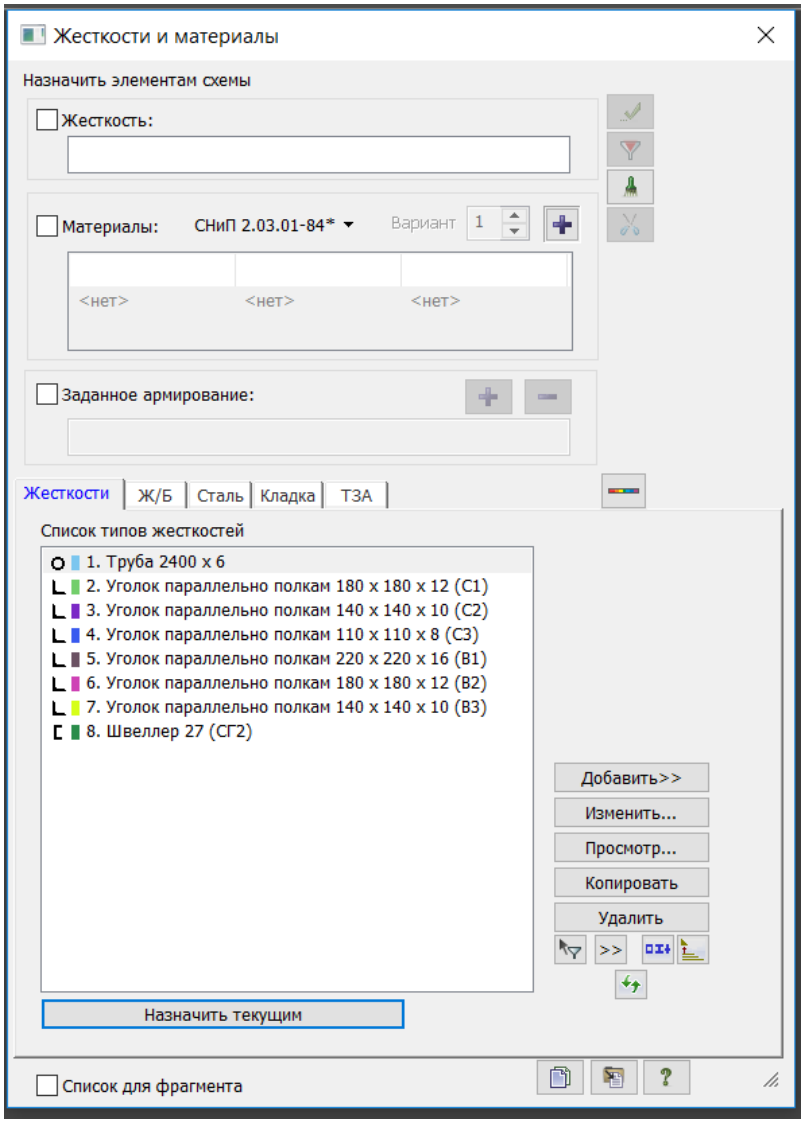
ШИРИНА РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН - ширина кратковременного и длительного раскрытия трещин (мм).

Результаты подбора арматуры заносятся в две строки (для стержей может быть три):

СТРОКА 1 - полная арматура, подобранная по I и II группам предельных состояний
СТРОКА 2 - арматура подобранная по I группе предельных состояний
СТРОКА 3 - арматура обусловленная кручением (для стержей и отмечена знаком '*')
СТРОКА 4 - номера стадий монтажа последнего наращивания арматуры (отмечена знаком '+')

Рекомендации по металлическим конструкциям





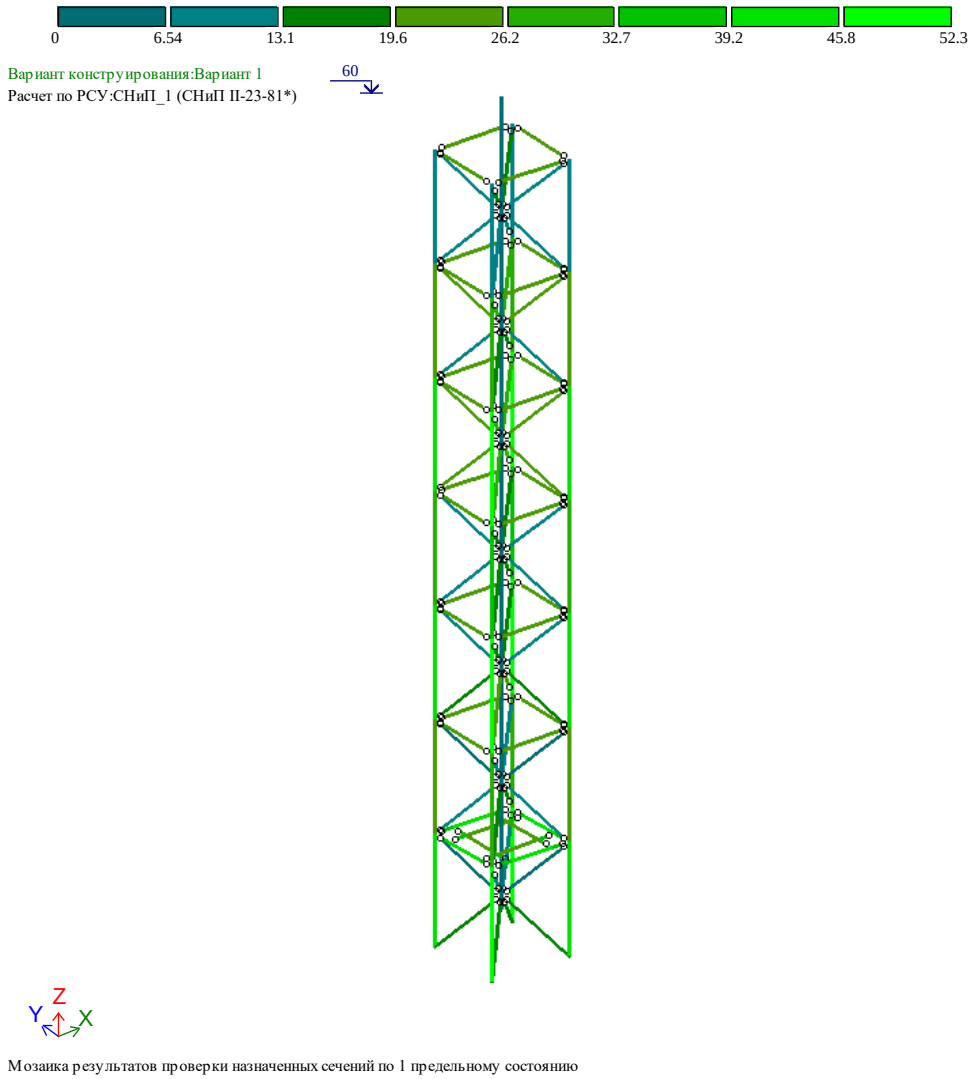


Рис. 1 Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию

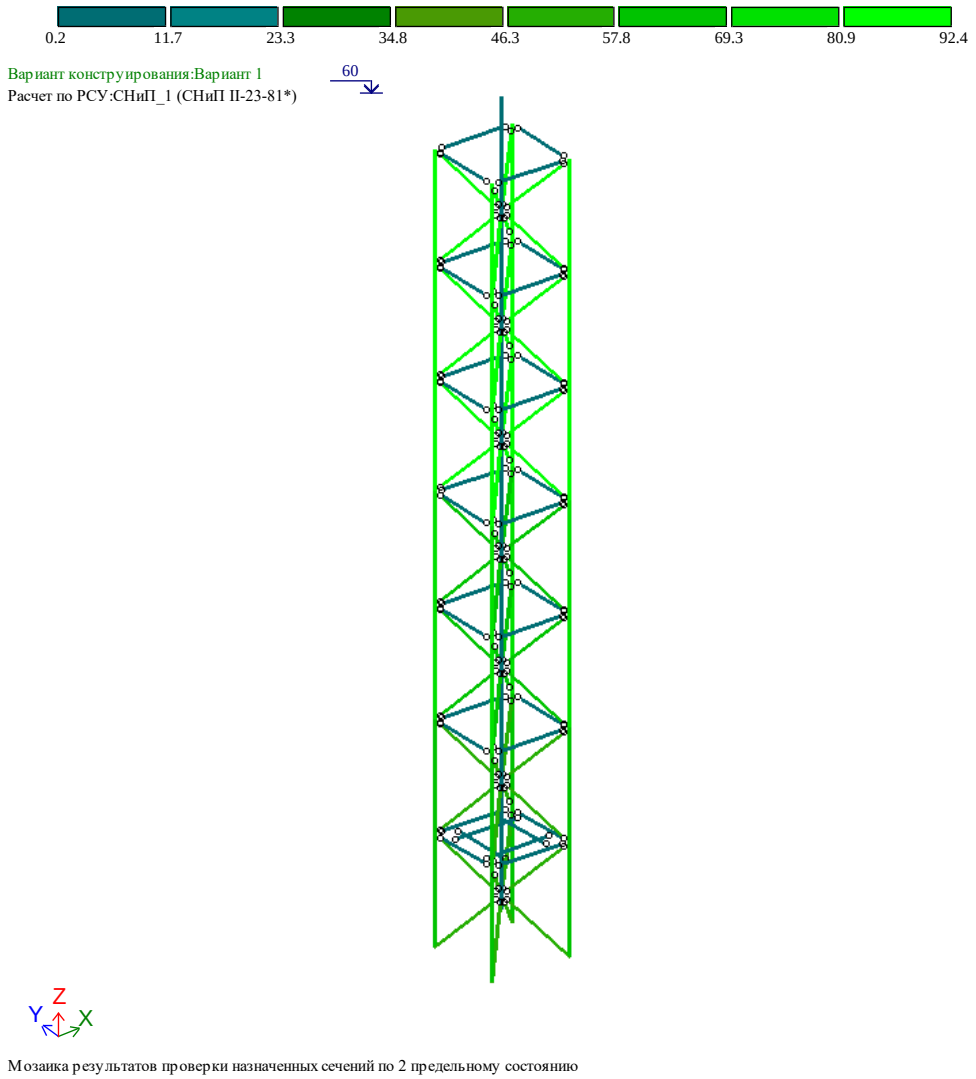


Рис. 2 Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

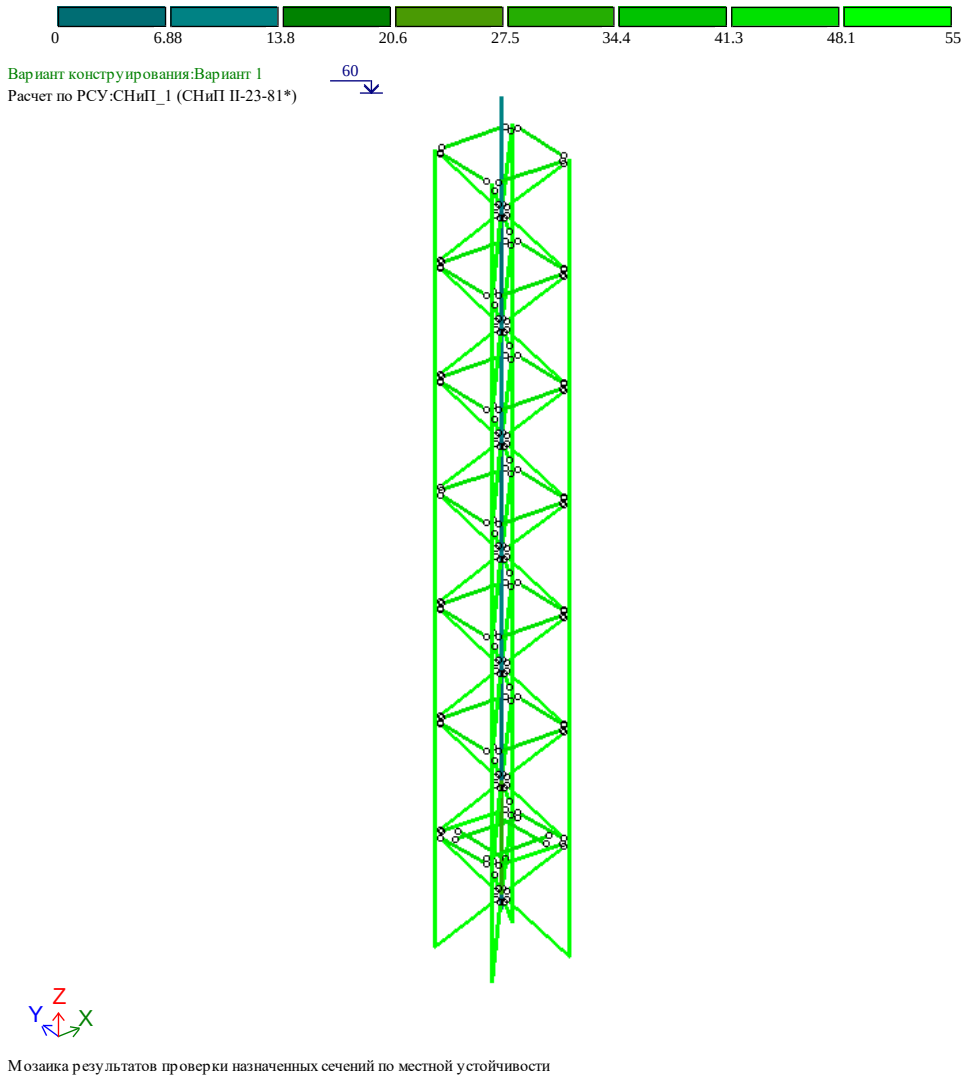


Рис. 3 Мозаика результатов проверки назначенных сечений по местной устойчивости

Расчетные усилия на фундаменты

N = 108.85 тс
M = 1273.64
Q = 34.93

Расчет фундаментов

характеристики грунта

Грунты

Глинистые с показателем текучести IL≤0.25

Способ определения характеристик грунта

На основе непосредственных испытаний

Фиксированное R

R= 0.00

Грунты залегающие НИЖЕ подошвы фундамента

№ пп	уд вес γ_{II}	мощь h
1	2.04	3
2	1.85	1.5
3	**1.96**	**10**
4		
5		

Грунты залегающие ВЫШЕ подошвы фундамента

№ пп	уд вес $\gamma`_{II}$	мощь h
1	1.85	1
2		
3		
4		
5		

конструктивные решения

Конструктивная схема

гибкая

расчет d1 (при наличие подвала)

$d_1 = h_s + h_{cf}(\gamma_{cf}/\gamma`_{II})$	
h_s	1.20
h_{cf}	0.15
γ_{cf}	1.80
d_1	1.35

Габариты сооружения:

L	0.00 м
H	0.00 м

Угол внутреннего трения (φ) 25 °

Удельное сцепление грунта (c_{II}) 0.90 тс

Глубина заложения фундамента (d) 2.50 м

Наличие подвала

Нет

горизонтальное давление грунта вдоль оси (при наличии подвала) X

геометрия фундамента

Длина фундамента (b)

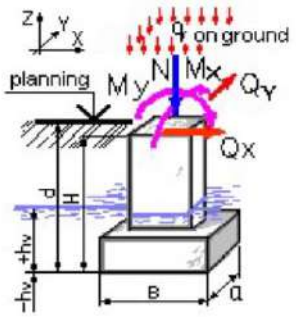
b	10.60 м

Ширина фундамента (a)

a	10.60 м

Высота фундамента ($H_ф$)

H	2.50 м



Расчетные нагрузки

N	109.00 тс
My	1274.00 тс*м
Qx	35.00 тс
Mx	0.00 тс*м
Qy	0.00 тс

Исходные данные

φ	25 °
γ_{II}	1.97
$\gamma`_{II}$	1.85
L/H	гибкая
γ_{c1}	1.25
γ_{c2}	1.00
k	1.00
M_γ	0.78
M_q	4.11
M_c	6.67
k_z	0.95
c_{II}	0.90
d_1	2.50
d_b	0.00

φ угол внутреннего трения;

γ_{c1} γ_{c2} коэффициенты, условий работы, принимаемые по табл. 3;

k коэффициент, принимаемый равным: k = 1, если прочностные характеристики грунта (φ и c) определены непосредственными испытаниями, и k = 1.1, если они приняты по табл. 1-3 рекомендуемого приложения 2;

M_γ M_q M_c коэффициенты, принимаемые по табл. 4;

k_z коэффициент, принимаемый равным: при b>10 м kz=1, при b<10 м kz=z0/b+0.2 (здесь z0=8 м);

γ_{II} осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента, кН/м³ (тс/м³);

$\gamma`_{II}$ то же, залегающих выше подошвы;

c_{II} расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа (тс/м2);

d_1 глубина заложения фундаментов бесподвальных сооружений от уровня планировки или приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундаментов от пола подвала, определяемая по формуле;

d_b глубина подвала - расстояние от уровня планировки до пола подвала, м;

h_s толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м;

h_{cf} толщина конструкции пола подвала, м;

γ_{cf} расчетное значение удельного веса конструкции пола подвала, кН/м³ (тс/м³).

расчетное сопротивление грунта основания

$$R=[(\gamma_{c1}\ \gamma_{c2})/k][M_\gamma\ k_z\ b\ \gamma_{II} + M_q\ d_1\ \gamma`_{II} + (M_q - 1)\ d_b\ \gamma`_{II} + M_c\ c_{II}]$$

расчетное сопротивление грунта основания вдоль оси X (b)

$R_{(b)} = 51.62$

расчетное сопротивление грунта основания вдоль оси Y (a)

$R_{(a)} = 51.62$

требуемая расчетная площадь фундамента

$A_ф = N/(R - \beta\ \gamma_ф\ d)$

принятая площадь фундамента

$A_ф = 112.36$

проверка заданных размеров подошвы фундамента (вдоль оси Y)

$A_ф \geq A_{фb}$ **OK** $A_{фb} = 2.34$

при b=10.60 м

$a \geq a_b$ **OK** $a_b = 0.22$

проверка заданных размеров подошвы фундамента (вдоль оси X)

$A_ф \geq A_{фl}$ **OK** $A_{фa} = 2.34$

при a=10.60 м

$b \geq b_a$ **OK** $b_a = 0.22$

средние давление по подошве фундамента

$p_{cp} = N/A_ф$ -> $p_{cp} = 6.32$

СНиП РК 5.01-01-2002 п.2.41

$p_{cp} \leq R$

проверка условия, указаного в СНиП РК 5.01-01-2002 п.2.41, расчетного сопротивления грунта основания вдоль осей X (b), Y (a)

$p_{cp} = 6.32$ **OK** $R_{(b)} = 51.62$

$p_{cp} = 6.32$ **OK** $R_{(a)} = 51.62$

максимальное давление по подошве фундамента

$p_{max(yr)} = (N/A_ф) + (M_b/W_b) + (M_a/W_a)$ -> $p_{max(yr)} = 12.55$

СНиП РК 5.01-01-2002 п.2.49

$p_{max(yr)} \leq 1.5\ R$

проверка условия, указаного в СНиП РК 5.01-01-2002 п.2.49, для углового

$p_{max(yr)} = 12.55$ **OK** $1.5R_{(yr)} = 77.43$

СНиП РК 5.01-01-2002 п.2.49

$p_{max} \leq 1.2\ R$

максимальное давление по подошве фундамента вдоль оси X

$p_{max(b)} = (N/A_ф) + (M_b/W_b)$

проверка условия, указаного в СНиП РК 5.01-01-2002 п.2.49, по оси X

$p_{max(b)} = 12.55$ **OK** $1.2R_{(b)} = 61.94$

максимальное давление по подошве фундамента вдоль оси Y

$p_{max(a)} = (N/A_ф) + (M_a/W_a)$

проверка условия, указаного в СНиП РК 5.01-01-2002 п.2.49, по оси Y

$p_{max(a)} = 0.00$ **OK** $1.2R_{(a)} = 0.00$

минимальное давление по подошве фундамента вдоль оси X

$p_{min(b)} = (N/A_ф) - (M_b/W_b)$ -> $p_{min(b)} = 0.08$

условие безотрывной работы фундамента

$p_{min} \geq 0$

минимальное давление по подошве фундамента вдоль оси Y

$p_{min(a)} = (N/A_ф) - (M_a/W_a)$ -> $p_{min(a)} = 0.00$

условие максимального отрыва фундамента для крана

$p_{min} \leq 25\%$

проверка условий безотрывной работы или максимального отрыва фундамента для крана

$p_{min(b)} = 0.08$ **нет отрыва** 0.00 %

отрыв вдоль оси X для b=10.60 м

0.00 м

проверка условий безотрывной работы или максимального отрыва фундамента для крана

$p_{min(l)} = 0.00$ **нет отрыва** 0.00 %

отрыв вдоль оси Y для a=10.60 м

0.00 м