

Протокол проверки пакета плагинов РешК

Оглавление

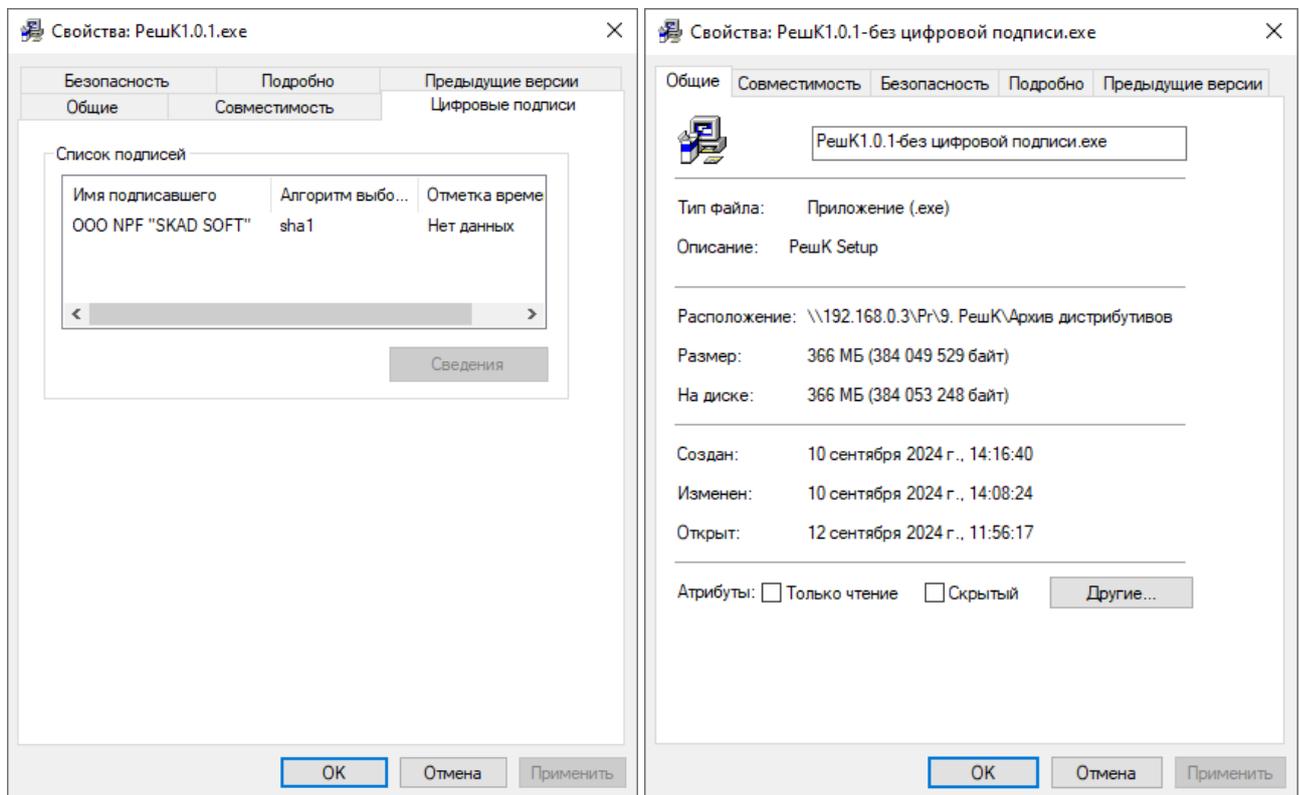
1	Протокол проверки	2
2	Контрольные тесты для плагина LoadsLatticeTowers	4
2.1	Трехгранная башня. Режим задания нагрузок «» для контура поперечного сечения по табл. В.9. Расчет s_x по формуле (В.7) СП 20.13330.2016.....	4
2.1.1	Ветровые и гололедные нагрузки на ствол	4
2.1.2	Ветровые, гололедные, весовые нагрузки от дополнительных площадей элементами	18
2.1.3	Ветровые, гололедные, весовые нагрузки от дополнительных площадей	21
2.1.4	Ветровые, гололедные, весовые нагрузки от оборудования.....	24
2.1.5	Результаты расчета по загрузкам и комбинациям	27
2.1.6	Результаты расчета по загрузкам после объединения нагрузки в одно загрузку.....	31
2.1.7	Результаты расчета по загрузкам при объединении нагрузки в одно загрузку плюс задание гололедной на узлы секций.....	33
2.1.8	Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении.	34
2.1.9	Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении при задании гололедной нагрузки в узлы секций	35
2.1.10	Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении при задании гололедной нагрузки в узлы секций плюс объединение нагрузок в одно загрузку	36
2.1.11	Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении при задании гололедной нагрузки в узлы секций плюс объединение нагрузок в одно загрузку + экстремальный гололед. Ветер по X и Y.	37
2.1.12	Результаты при сведении в узлы группы (LLTN)	38
2.2	Трехгранная башня. Режим задания нагрузок для режима «Любая стержневая модель по ф. (В.4) СП 20.13330.2016».....	42
2.2.1	Ветровые и гололедные нагрузки на ствол	42
2.2.2	Результаты расчета по загрузкам	42
2.2.3	Результаты расчета по загрузкам при задании нагрузки на узлы воздействия секции	44
2.2.4	Результаты расчета по загрузкам при объединении нагрузки в одно загрузку	45
2.2.5	Результаты расчета по загрузкам при объединении нагрузки в одно загрузку плюс задание нагрузки на узлы воздействия секции.....	46
2.2.6	Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении по загрузкам при объединении нагрузки в одно загрузку плюс задание нагрузки на узлы воздействия секции	47
2.2.7	Результаты при сведении в узлы группы (LLTN)	49
2.3	Четырехгранная башня, нагрузка на ствол с формой контура поперечного сечения по табл. В.9 по формуле (В.7)	52
2.3.1	Ветровые и гололедные нагрузки на ствол	52
2.4	Нагрузки на вентиляционную трубу с переносом нагрузок на оболочечную модель.....	56
2.4.1	Проверка расчета коэффициента k_d при расчете по формуле (В.3) СП 20.13330.2016	56
2.4.2	Проверка расчета ветровой нагрузки.....	57
2.4.3	Проверка переноса нагрузки на оболочечную модель.....	60
3	Контрольные тесты для плагина ExtN.....	63

1 Протокол проверки

Окончательную проверку перед выпуском дистрибутива выполнять на полноценной (не тестовой лицензии) на том дистрибутиве, который будет передаваться пользователям!

ТАКЖЕ НА ЧИСТОЙ ВИРТУЛЬНОЙ МАШИНЕ, НА КОТРОЙ ДО ЭТОГО РешК не устанавливали!

1.1 Проверить наличие цифровой подписи (через правую кнопку – на рис. ниже слева цифровая подпись есть, а справа нет).



1.2 Произвести деинсталляцию, выполненной ранее установки

%ALLUSERSPROFILE%\SCAD Soft\Plugins\РешК uninstall.exe и убедиться, что по адресу %ALLUSERSPROFILE%\SCAD Soft\Plugins нет следующих файлов и папок (если есть, то удалить):

- grdcontrol-3.29.msi (файл);
- РешК Uninstall.exe (файл);
- РешК Uninstall.ini (файл),

по адресу %ALLUSERSPROFILE%\SCAD Soft\Plugins\PreProcessor нет следующих папок (если есть, то удалить):

- LoadsLatticeTowersClearPropPre;
- LoadsLatticeTowersPre,

по адресу %ALLUSERSPROFILE%\SCAD Soft\Plugins\PreProcessor нет следующих папок (если есть, то удалить):

- ExtN.

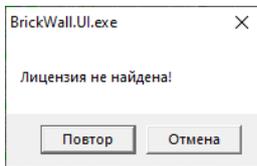
1.3 При необходимости (в случае, если меняются защита) получить сериальный номер для новой лицензии.

1.4 По адресу %ALLUSERSPROFILE%\Guardant\DL\Licenses локальную лицензию (при наличии) временно перенести в другую папку.

1.5 Выполнить установку РешК.

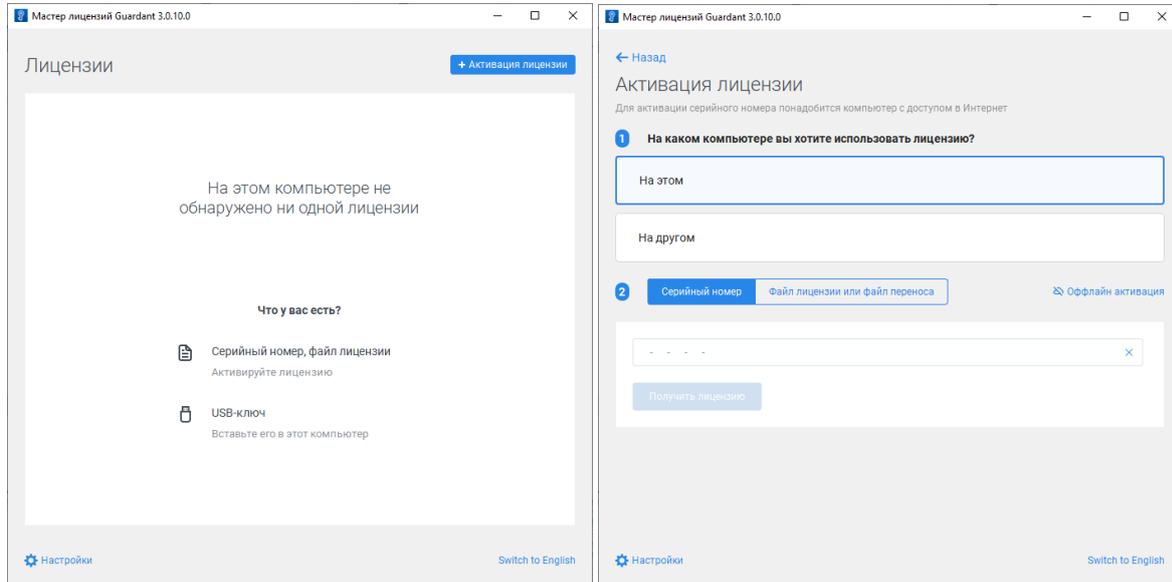
1.6 Отключить сетевой провод (чтобы не использовалась сетевая лицензия) и проверить, что без

лицензии в разделе Расчетная схема плагин LLT  не запускается (например, для модели \\192.168.0.3\Pr\9. РешК\Протокол проверки\2.1 Трехгранная сеч по В.9\2.1.spr).



1.7 Подключить сетевой провод и проверить работу с сетевой лицензией.

1.8 Активировать локальную лицензию (ввести серийный номер).



1.9 Отключить сетевой провод и проверить работу с локальной лицензией.

1.10 Выполнить проверку по контрольным тестам согласно разделу 2 и 3 настоящего документа. Для оценки правильности расчета в первую очередь необходимо проверить контрольные суммы нагрузок согласно п. 2.1.5-2.1.11, 2.2.2 – 2.2.6, значения нагрузок согласно п. 2.4.2.

1.11 Оязательно выполнить установку и проверить работу на компьютере, на котром до этого не устанавливали.

2 Контрольные тесты для плагина LoadsLatticeTowers

2.1 Трехгранная башня. Режим задания нагрузок «» для контура поперечного сечения по табл. В.9. Расчет c_x по формуле (В.7) СП 20.13330.2016

Исходный файл и модель получены от пользователя (Зубанов Евгений).

Тесты создания нагрузок с нуля проводить с файлом «2.1 исх.spr» (**приложить сразу все нагрузки согласно 2.1.1 – 2.1.4**).

Расчет нагрузок пользователем приведен в файле «2.1 Трехгранная башня - пример.xlsm».

Готовые модели:

- 2.1.spr;
- 2.1 тест гололеда при сечении эл-тов более 300 мм.spr

2.1.1 Ветровые и гололедные нагрузки на ствол

Коэф. неучтенности – 1,05

Настройки ветровой нагрузки

Ветровой район: I $w_0=230$ Н/м²

Тип местности: A

Начало отчета, метры: 0

Коэф. неучтенности: 1,05

Направление ветра: Y

Общая расчетная высота: 70 м.

Настройки гололедной нагрузки

Включить гололедные нагрузки

Учесть увеличение размеров элементов

Гололедный район, h=100м: I $b_{10}=3$ мм

Коэф. неучтенности: 1,2

μ_2 для эл-тов сечением не более 300 мм: 0,6

μ_2 для эл-тов сечением более 300 мм: 1

Начало отчета, метры: 0

Коэф. сочетания для ветра с учетом гололеда: 0,6

Коэф. надежности экстрем. нагрузки: 1

Общая расчетная высота: 70 м.

Шероховатость поверхности гололеда установить 0,00002

Информация жесткостей и элементов модели

Жесткости [10 11 14 15] не содержатся в базе данных, перед созданием загрузки проверьте корректность параметров этих жесткостей

Номер	Имя	Проекция сечения, м.	Периметр сечения, м.	Аэродин. коэф.	Труба	Шероховатость поверхности, м.	Шероховатость поверхности гололеда, м.
1	Тр.219x8	0,219	0,688	1,4	Да	2E-05	2E-05
2	Тр.219x6	0,219	0,688	1,4	Да	2E-05	2E-05
3	Тр.168x6	0,168	0,528	1,4	Да	2E-05	2E-05
4	Тр.114x4	0,114	0,358	1,4	Да	2E-05	2E-05
5	Тр.89x4	0,089	0,28	1,4	Да	2E-05	2E-05
6	Тр.133x4	0,133	0,418	1,4	Да	2E-05	2E-05
7	Тр.76x4	0,076	0,239	1,4	Да	2E-05	2E-05
8	Тр.108x4	0,108	0,339	1,4	Да	2E-05	2E-05
9	Тр.219x7	0,219	0,688	1,4	Да	2E-05	2E-05
10		0,232	1,104	1,4	Нет	2E-05	2E-05
11		0,18	0,852	1,4	Нет	2E-05	2E-05
12		0,14	0,512	1,4	Нет	2E-05	2E-05
13		0,075	0,312	1,4	Нет	2E-05	2E-05
14		0,14	1,024	1,4	Нет	2E-05	2E-05
15		0,2	0,8	1,4	Нет	2E-05	2E-05
16		0,012	0,038	1,4	Да	2E-05	2E-05
17	Тр.219x7	0,219	0,688	1,4	Да	2E-05	2E-05

K1=0,9

РешК

Сечение башни по табл. В.9. СП 20.13330.2016

Информация о расчетных гранях

СЕКЦИИ БАШНИ | ГВ доп. площади элементы | Доп. площади

С гололедом на элементы | b/h, все секции: 1 | В/Н | k1, все секции: k1 = 0,9; b/h=0,866 | K1 И В/Н

№	Высота, м	Z низ, м	Z верх, м	Ширина низ, м	Ширина верх, м	b/h	k1	Площадь элем., м2	Площадь секции, м2	φ	η	
>	1	8	0	8	9	7,92	0,866	0,9	7,704	67,68	0,114	0,949
>	2	8	8	16	7,92	6,83	0,866	0,9	8,186	59	0,139	0,904
>	3	8	16	24	6,83	5,75	0,866	0,9	7,361	50,32	0,146	0,891
>	4	8	24	32	5,75	4,67	0,866	0,9	6,624	41,68	0,159	0,868
>	5	8	32	40	4,67	3,58	0,866	0,9	5,576	33	0,169	0,85
>	6	8	40	48	3,58	2,5	0,866	0,9	5,074	24,32	0,209	0,779
>	7	8	48	56	2,5	2,5	0,866	0,9	4,602	20	0,23	0,743
>	8	8	56	64	2,5	2,5	0,866	0,9	3,738	20	0,187	0,817
>	9	6	64	70	2,5	2,5	0,866	0,9	2,928	15	0,195	0,803
Высота: 70 м								Площадь: 51,793 м2		Площадь: 331,00 м2		

Создать | Закрыть

Настройки:

Коэф. воздействия:

Ветер

Коэф. надежности

1,4

Гололед

Коэф. надежности

1,8

Оборудование

Коэф. надежности

1,1

Доп. площади

Коэф. надежности

1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузие

Задать гололедную нагрузку на узлы секций

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ

СОХРАНИТЬ

Ветровая нагрузка без гололеда

Таблица 2.1.1.1 – Результаты расчета с листа A1 файла «2.1 Трехгранная башня.xlsm» и результаты расчета плагинном

№ секции	Площадь контура проекции Ак, м²	Cx	φ	b/h	η	В числителе η из плагина	k1 для ветра по грани	Коэффициент неучтённости	Расчётная ветровая нагрузка по	В числителе нагрузка из плагина
1	67,67	0,08	0,114	0,866	0,950	0,949/0,950=0,999	0,9	1,05	240	241/240=1,004
2	59,00	0,08	0,139	0,866	0,907	0,904/0,907=0,997	0,9	1,05	281	482
3	50,33	0,08	0,146	0,866	0,894	0,891/0,894=0,997	0,9	1,05	300	294/300=0,980

№ секции	Площадь контура проекции Ак, м ²	Сх	φ	b/h	η	В числителе η из плагина	k1 для ветра по грани	Коэффициент неучтённости	Расчётная ветровая нагрузка по	В числителе нагрузки из плагина
4	41,67	0,09	0,159	0,866	0,872	0,868/0,872=0,995	0,9	1,05	293	292/293=0,997
5	33,00	0,10	0,169	0,866	0,855	0,85/0,855=0,994	0,9	1,05	266	465
6	24,33	0,12	0,208	0,866	0,786	0,779/0,786=0,991	0,9	1,05	248	241/248=0,972
7	20,00	0,15	0,230	0,866	0,749	0,743/0,749=0,992	0,9	1,05	268	272/268=1,015
8	20,00	0,12	0,187	0,866	0,824	0,817/0,824=0,992	0,9	1,05	238	241/238=1,013
9	15,00	0,12	0,195	0,866	0,810	0,803/0,810=0,991	0,9	1,05	178	176/178=0,989

Выводы:

- по площади секции (площади контура проекции) совпадение идеальное;
- по коэффициенту φ совпадение идеальное;
- по коэффициенту η разница менее 1%;
- по суммарной нагрузке – разница в основном менее 1%, кроме выделенных синим (для секции 6 – 2,8%, для секции 9 – 1,1%), но если для жесткости 10 задать $s_x=0,54$, а для жесткости 11 задать $s_x=0,55$ (как в файле «2.1 Трехгранная башня.xlsm»), то соответственно нагрузки из плагина становятся 280,2 ($280,2/281=0,997$) и 260,7 ($260,7/266=0,980$);
- для секций 2 и 5 в таблице пользователя круглое сечение с усилением пластиной, но коэффициент s_x рассчитан как для трубы, что не верно.

Сравнение Сх для труб с примером расчета

№	№ жесткости	№ Секции	Отм. Высоты, м	Коэф. высоты для ветра	Размер проекция профиля, м	Схi	Схi по примеру расчета	Отм. Высоты, м по примеру расчета
2	1	1	2	0,75	0,219	0,51	0,51	4
3	1	1	2	0,75	0,219	0,51	0,51	4
5	1	1	6	0,8	0,219	0,51	0,51	4
6	1	1	6	0,8	0,219	0,51	0,51	4
63	8	1	8	0,9	0,108	0,78	0,84/0,78=1,077	4
64	8	1	8	0,9	0,108	0,78	0,84/0,78=1,077	4
169	4	1	2	0,75	0,114	0,83	0,78/0,83=0,940	4
170	4	1	2	0,75	0,114	0,83	0,78/0,83=0,940	4
175	4	1	6	0,8	0,114	0,79	0,78	4
176	4	1	6	0,8	0,114	0,79	0,78	4
283	7	1	4	0,75	0,076	1,20	1,2	4
284	7	1	4	0,75	0,076	1,20	1,2	4
289	8	1	6	0,8	0,108	0,85	0,84	4
290	8	1	6	0,8	0,108	0,85	0,84	4
67	5	2	12	1,056	0,089	0,91	0,87/0,91=0,956	12
68	5	2	12	1,056	0,089	0,91	0,87/0,91=0,956	12
73	6	2	16	1,151	0,133	0,50	0,51	12
74	6	2	16	1,151	0,133	0,50	0,51	12
179	6	2	10	1	0,133	0,51	0,51	12
180	6	2	10	1	0,133	0,51	0,51	12
185	6	2	14	1,106	0,133	0,49	0,51	12

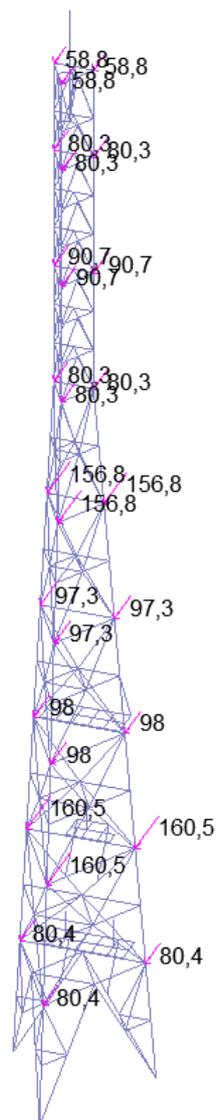
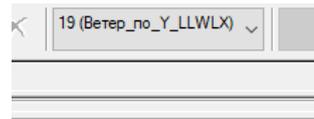
№	№ жесткости	№ Секции	Отм. Высоты, м	Коэф. высоты для ветра	Размер проекция профиля, м	Cxi	Cxi по примеру расчета	Отм. Высоты, м по примеру расчета
186	6	2	14	1,106	0,133	0,49	0,51	12
14	2	3	18	1,193	0,219	0,54	0,54	20
15	2	3	18	1,193	0,219	0,54	0,54	20
17	2	3	22	1,267	0,219	0,54	0,54	20
18	2	3	22	1,267	0,219	0,54	0,54	20
77	7	3	20	1,231	0,076	0,98	0,97	20
78	7	3	20	1,231	0,076	0,98	0,97	20
83	4	3	24	1,3	0,114	0,54	0,55	20
84	4	3	24	1,3	0,114	0,54	0,55	20
189	6	3	18	1,193	0,133	0,50	0,52	20
190	6	3	18	1,193	0,133	0,50	0,52	20
195	6	3	22	1,267	0,133	0,50	0,52	20
196	6	3	22	1,267	0,133	0,50	0,52	20
20	9	4	26	1,332	0,219	0,54	0,55	28
21	9	4	26	1,332	0,219	0,54	0,55	28
23	9	4	30	1,39	0,219	0,55	0,55	28
24	9	4	30	1,39	0,219	0,55	0,55	28
87	7	4	28	1,362	0,076	0,94	0,91	28
88	7	4	28	1,362	0,076	0,94	0,91	28
93	4	4	32	1,418	0,114	0,51	0,52	28
94	4	4	32	1,418	0,114	0,51	0,52	28
201	4	4	26	1,332	0,114	0,53	0,52	28
202	4	4	26	1,332	0,114	0,53	0,52	28
207	4	4	30	1,39	0,114	0,51	0,52	28
208	4	4	30	1,39	0,114	0,51	0,52	28
99	7	5	36	1,469	0,076	0,90	0,86/0,9=0,956	36
100	7	5	36	1,469	0,076	0,90	0,86/0,9=0,956	36
105	5	5	40	1,516	0,089	0,69	0,69	36
106	5	5	40	1,516	0,089	0,69	0,69	36
213	4	5	34	1,444	0,114	0,51	0,53	36
214	4	5	34	1,444	0,114	0,51	0,53	36
219	4	5	38	1,493	0,114	0,50	0,53	36
220	4	5	38	1,493	0,114	0,50	0,53	36
32	3	6	42	1,538	0,168	0,54	0,55	44
33	3	6	42	1,538	0,168	0,54	0,55	44
35	3	6	46	1,581	0,168	0,54	0,55	44
36	3	6	46	1,581	0,168	0,54	0,55	44
111	7	6	44	1,56	0,076	0,87	0,83/0,87=0,954	44
112	7	6	44	1,56	0,076	0,87	0,83/0,87=0,954	44
117	7	6	48	1,601	0,076	0,86	0,83/0,87=0,965	44
118	7	6	48	1,601	0,076	0,86	0,83/0,87=0,965	44
225	4	6	42	1,538	0,114	0,50	0,53/0,5=1,060	44
226	4	6	42	1,538	0,114	0,50	0,53/0,5=1,060	44
231	4	6	46	1,581	0,114	0,50	0,53/0,5=1,060	44
232	4	6	46	1,581	0,114	0,50	0,53/0,5=1,060	44

№	№ жесткости	№ Секции	Отм. Высоты, м	Коэф. высоты для ветра	Размер проекция профиля, м	Cxi	Cxi по примеру расчета	Отм. Высоты, м по примеру расчета
38	3	7	49,334	1,614	0,168	0,54	0,55	52
39	3	7	49,334	1,614	0,168	0,54	0,55	52
41	3	7	52	1,64	0,168	0,54	0,55	52
42	3	7	52	1,64	0,168	0,54	0,55	52
44	3	7	54,667	1,665	0,168	0,54	0,55	52
45	3	7	54,667	1,665	0,168	0,54	0,55	52
123	7	7	50,667	1,627	0,076	0,85	0,8/0,85=0,941	52
124	7	7	50,667	1,627	0,076	0,85	0,8/0,85=0,941	52
129	7	7	53,334	1,652	0,076	0,84	0,8/0,84=0,952	52
130	7	7	53,334	1,652	0,076	0,84	0,8/0,84=0,952	52
135	7	7	56	1,677	0,076	0,83	0,8	52
136	7	7	56	1,677	0,076	0,83	0,8	52
237	7	7	49,334	1,614	0,076	0,85	0,8/0,85=0,941	52
238	7	7	49,334	1,614	0,076	0,85	0,8/0,85=0,941	52
243	7	7	52	1,64	0,076	0,85	0,8/0,85=0,941	52
244	7	7	52	1,64	0,076	0,85	0,8/0,85=0,941	52
249	7	7	54,667	1,665	0,076	0,84	0,8/0,84=0,952	52
250	7	7	54,667	1,665	0,076	0,84	0,8/0,84=0,952	52
47	4	8	57,334	1,689	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	60
48	4	8	57,334	1,689	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	60
50	4	8	60	1,712	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	60
51	4	8	60	1,712	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	60
53	4	8	62,667	1,734	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	60
54	4	8	62,667	1,734	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	60
141	7	8	58,667	1,7	0,076	0,83	0,77/0,83=0,928	60
142	7	8	58,667	1,7	0,076	0,83	0,77/0,83=0,928	60
147	7	8	61,334	1,723	0,076	0,82	0,77/0,82=0,939	60
148	7	8	61,334	1,723	0,076	0,82	0,77/0,82=0,939	60
153	7	8	64	1,745	0,076	0,81	0,77/0,81=0,951	60
154	7	8	64	1,745	0,076	0,81	0,77/0,81=0,951	60
255	7	8	57,334	1,689	0,076	0,83	0,77/0,83=0,928	60
256	7	8	57,334	1,689	0,076	0,83	0,77/0,83=0,928	60
261	7	8	60	1,712	0,076	0,82	0,77/0,82=0,939	60
262	7	8	60	1,712	0,076	0,82	0,77/0,82=0,939	60
267	7	8	62,667	1,734	0,076	0,81	0,77/0,81=0,951	60
268	7	8	62,667	1,734	0,076	0,81	0,77/0,81=0,951	60
56	4	9	65,334	1,756	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	67
57	4	9	65,334	1,756	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	67
59	4	9	68,334	1,78	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	67
60	4	9	68,334	1,78	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	67
158	4	9	66,667	1,767	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	67
159	4	9	66,667	1,767	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	67
163	4	9	70	1,793	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	67
164	4	9	70	1,793	0,114	0,51	0,54/0,51=1,059	67
272	7	9	65,334	1,756	0,076	0,81	0,76/0,81=0,938	67

№	№ жесткости	№ Секции	Отм. Высоты, м	Коэф. высоты для ветра	Размер проекция профиля, м	Cxi	Cxi по примеру расчета	Отм. Высоты, м по примеру расчета
273	7	9	65,334	1,756	0,076	0,81	0,76/0,81=0,938	67
277	7	9	68,334	1,78	0,076	0,80	0,76/0,81=0,950	67
278	7	9	68,334	1,78	0,076	0,80	0,76/0,81=0,950	67

Выводы:

- в основном разница не превышает 5%;
- максимальная разница не более 8%;
- одна из причин использование в примере расчета при вычислении числа Рейнольдса средней высоты секции, а в программе используется высота середины элемента.



Нагрузки на ствол, кг

Гололедная нагрузка

 **Настройки гололедной нагрузки**

Включить гололедные нагрузки

Учесть увеличение размеров элементов 

Гололедный район, h<100м
I bi10=3 мм

Коэф. неучтенности
1,2 

μ2 для эл-тов сечением не более 300 мм
0,6 

μ2 для эл-тов сечением более 300 мм
1 

Начало отчета, метры
0 

Коэф. сочетания для ветра с учетом гололеда
0,6 

Коэф. надежности экстрем. нагрузки
1 

Общая расчетная высота: 70 м.

15 (Гололед_LL1L)

Монтаж



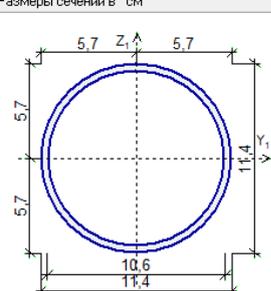
Элемент № 167 | Жесткость стержневых элементов

Общие данные Параметрические сечения

Способ задания

- Параметрические сечения
- Профили металлопроката
- Численное описание
- Численно-параметрическое описание
- Произвольные сечения
- Переменные сечения
- Сварные сечения
- Холодногнутые профили
- Физическая нелинейность
 - Произвольный
 - Железобетон

Размеры сечений в см



Типы жесткости Все

Сечения	Описание	Имя
4	11,4 * 10,6	Тр.114x4 ("b":0.11

Имя типа жесткости: Тр.114x4 ("b":0.114,"cx":1.4,"p":0.358,"r")

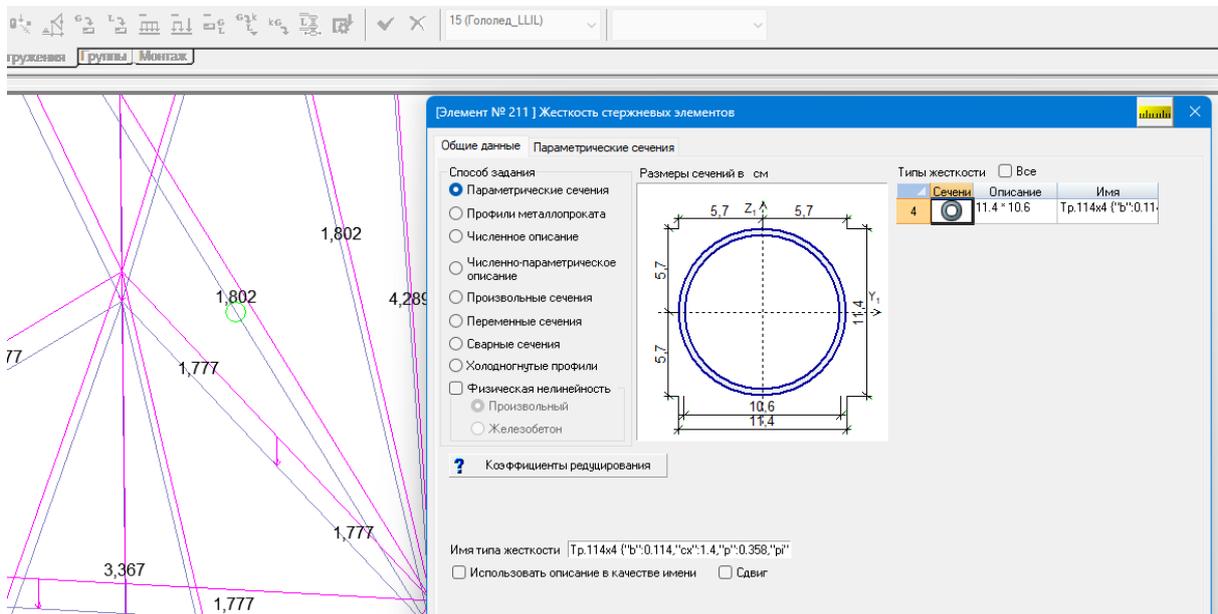
Использовать описание в качестве имени Сдвиг

Заменив и выйти Отмена Справка

У элемента № 167 для нижнего узла z=0, для верхнего узла z=4 м, для середины z=2 м.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3 * 0,8 * 0,6 * 0,9 * 9,81 = 12,71$ Па

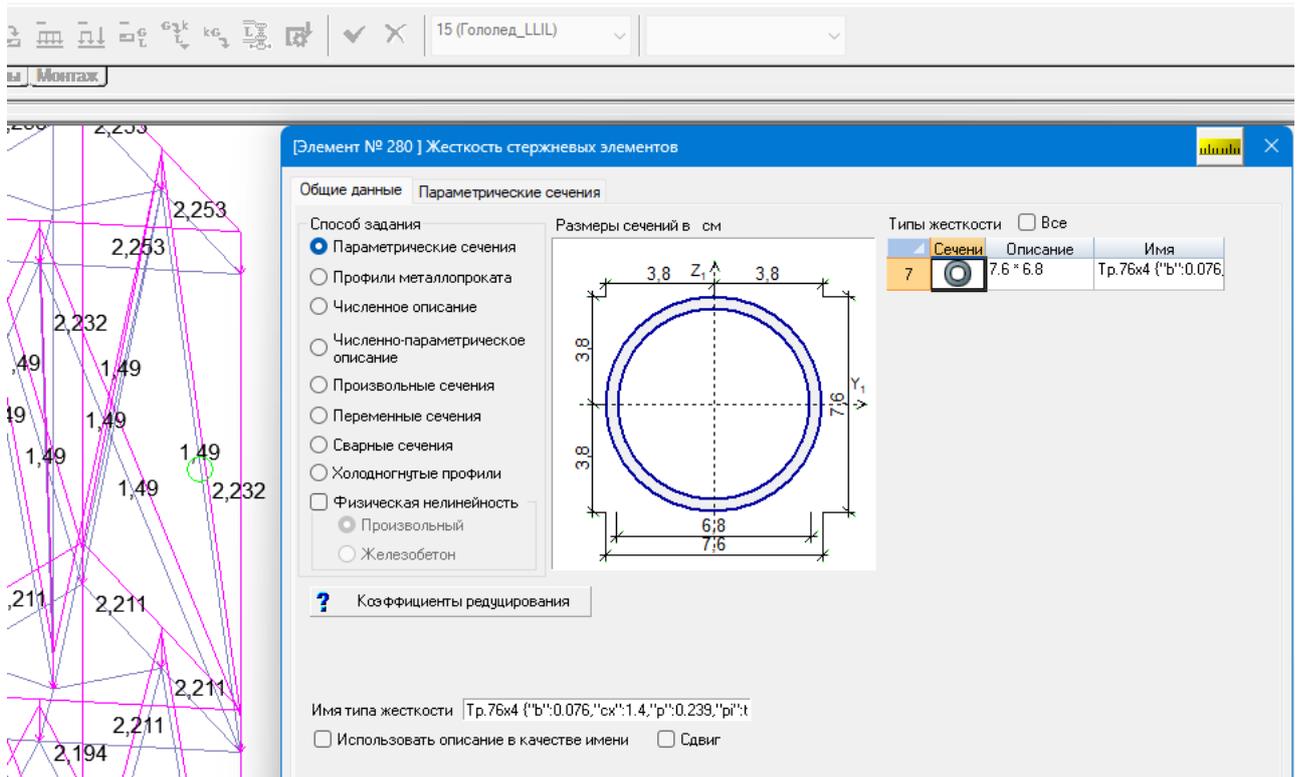
Расчетная нагрузка на элемент $q = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 0,114 * 12,71 = 9,8458$ Н/м = **1,004** кг/м



У элемента № 211 для нижнего узла $z=32$ м, для верхнего узла $z=36$ м, для середины $z=34$ м.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3 * 1,44 * 0,6 * 0,9 * 9,81 = 22,88$ Па

Расчетная нагрузка на элемент $q = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 0,114 * 22,88 = 17,7239$ Н/м = **1,807** кг/м



У элемента № 280 для нижнего узла $z=66,667$, для верхнего узла $z=70$ м, для середины $z=68,334$ м.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3 * 1,78334 * 0,6 * 0,9 * 9,81 = 28,3412$ Па

Расчетная нагрузка на элемент $q = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 0,076 * 28,3412 = 14,6363$ Н/м = **1,492** кг/м

Проверка гололедной нагрузки по модели

«2.1 тест гололеда при сечении эл-тов более 300 мм и менее 70 мм.sprg»

У элемента № 167 для нижнего узла $z=0$, для верхнего узла $z=4$ м, для середины $z=2$ м.

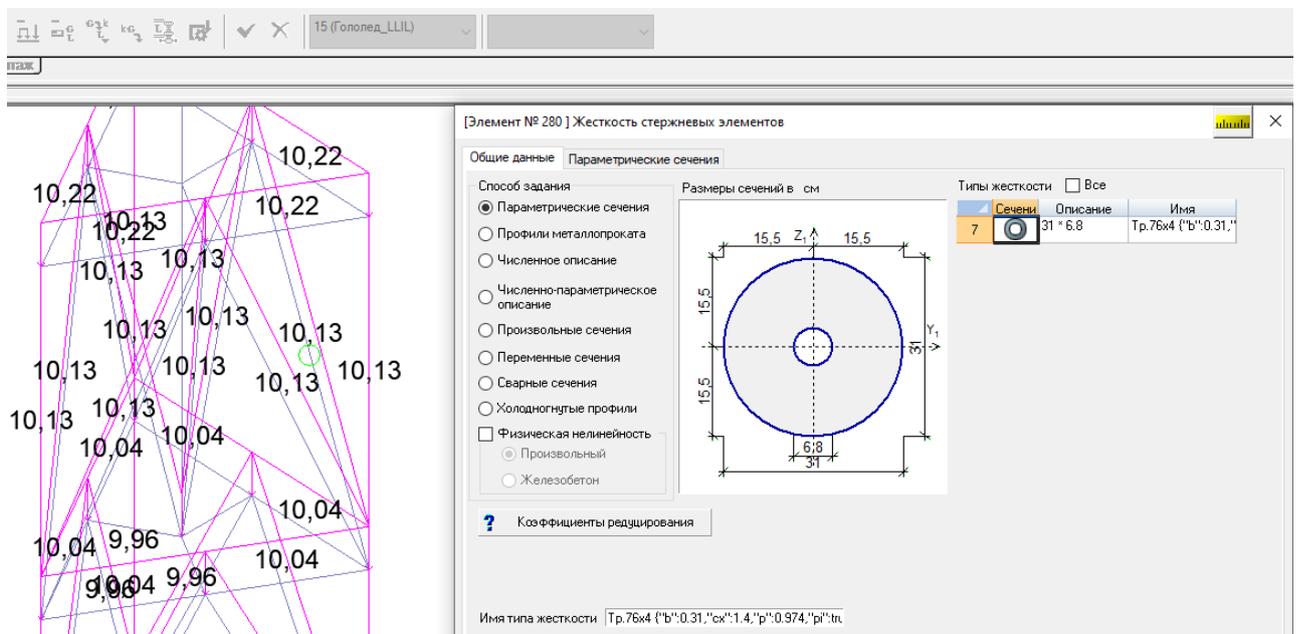
По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3 * 0,8 * 1 * 0,9 * 9,81 = 21,19$ Па

Расчетная нагрузка на элемент $q = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 0,31 * 21,19 = 44,6366$ Н/м = **4,550** кг/м

У элемента № 211 для нижнего узла $z=32$ м, для верхнего узла $z=36$ м, для середины $z=34$ м.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3 * 1,44 * 1 * 0,9 * 9,81 = 38,14$ Па

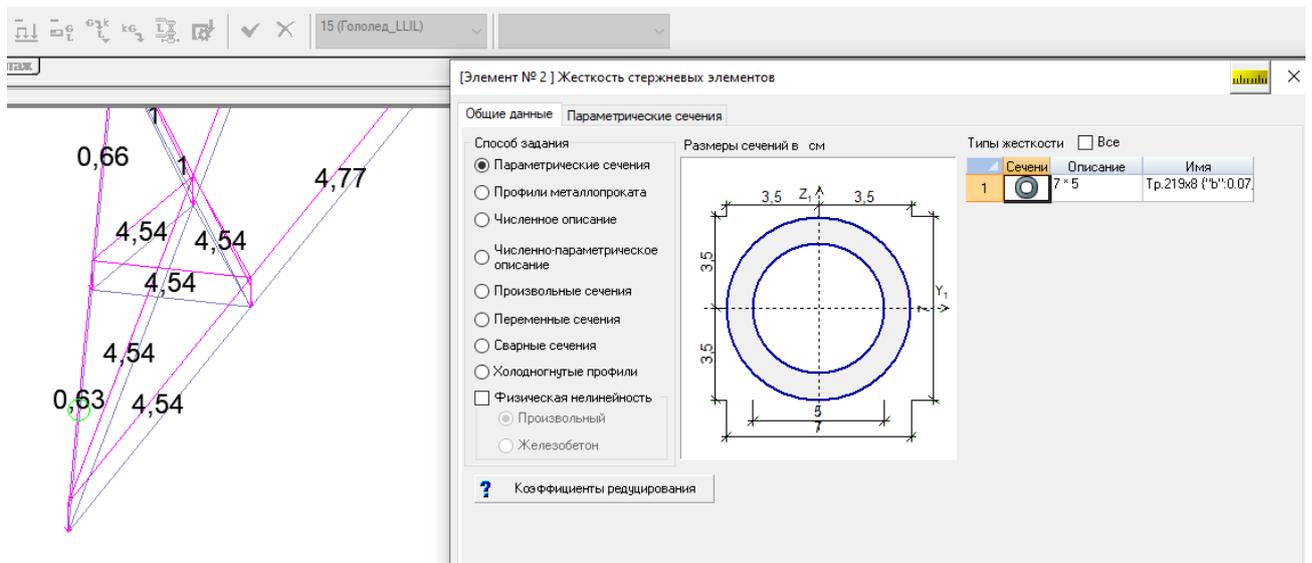
Расчетная нагрузка на элемент $q = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 0,31 * 38,14 = 80,3417$ Н/м = **8,190** кг/м



У элемента № 280 для нижнего узла $z=66,667$, для верхнего узла $z=70$ м, для середины $z=68,334$ м.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3*1,78334*1*0,9*9,81=47,23533$ Па

Расчетная нагрузка на элемент $q=1,2*1,8*3,1459*0,31*47,23533=99,50097$ Н/м=**10,143** кг/м

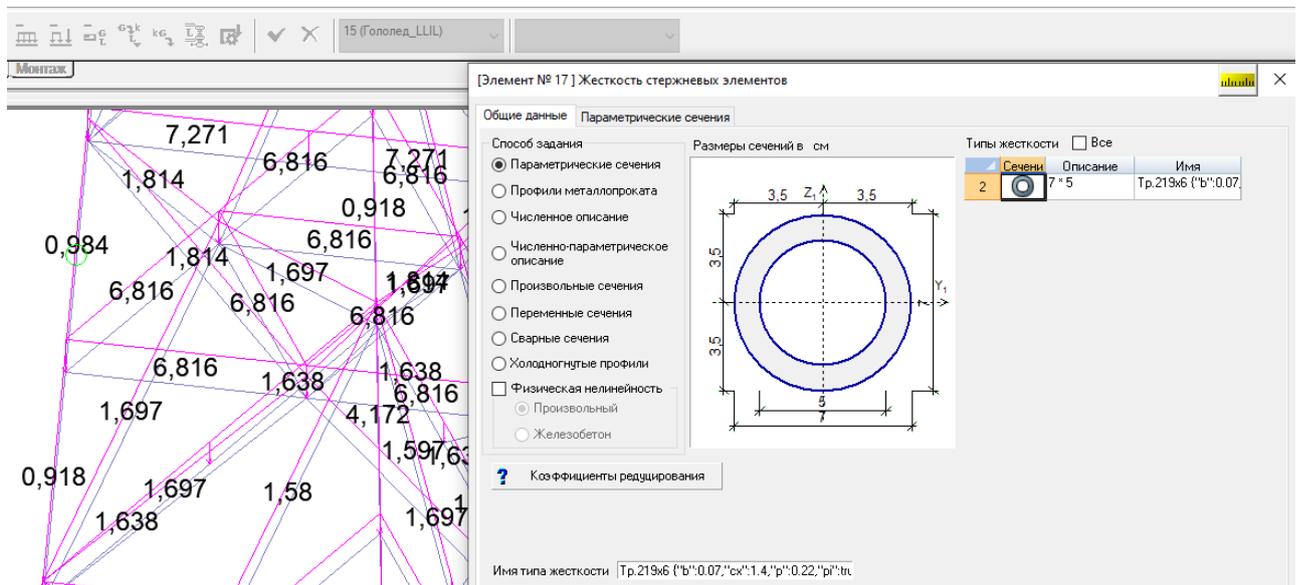


У элемента № 2 для нижнего узла $z=0$, для верхнего узла $z=4,883$ м, для середины $z=2,442$ м.

Поскольку $d \leq 70$ мм, то расчет выполняется по формуле (12.1)

Расчетная нагрузка на элемент

$q = k_{ice}\gamma_f p b k \mu_1 (d + b k \mu_1) \rho g 10^{-3} = 1,2*1,8*3,1459*3*0,8*0,6*(70+3*0,8*0,6)*0,9*9,81/1000=6,1718$ Н/м=**0,629** кг/м.

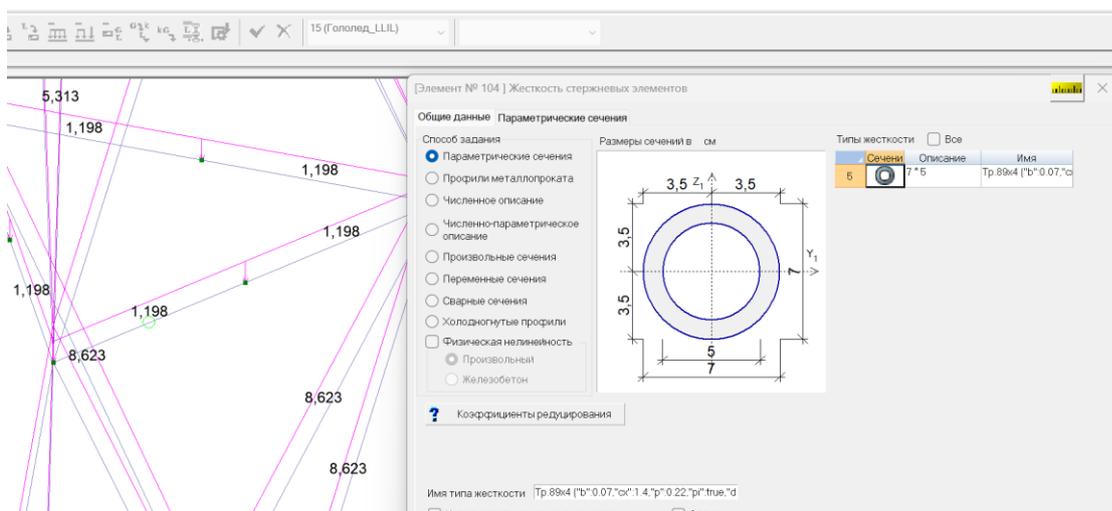


У элемента № 17 для нижнего узла $z=20$ м, для верхнего узла $z=24$ м, для середины $z=22$ м.

Поскольку $d \leq 70$ мм, то расчет выполняется по формуле (12.1)

Расчетная нагрузка на элемент

$$q = k_{ice} \gamma_f \pi b k \mu_1 (d + b k \mu_1) \rho g 10^{-3} = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 3 * 1,24 * 0,6 * (70 + 3 * 1,24 * 0,6) * 0,9 * 9,81 / 1000 = 9,6724 \text{ Н/м} = 0,986 \text{ кг/м.}$$



У элемента № 104 для нижнего узла $z=40$ м, для верхнего узла $z=40$ м, для середины $z=40$ м.

Поскольку $d \leq 70$ мм, то расчет выполняется по формуле (12.1)

Расчетная нагрузка на элемент

$$q = k_{ice} \gamma_f \pi b k \mu_1 (d + b k \mu_1) \rho g 10^{-3} = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 3 * 1,5 * 0,6 * (70 + 3 * 1,5 * 0,6) * 0,9 * 9,81 / 1000 = 11,7763 \text{ Н/м} = 1,200 \text{ кг/м.}$$

Ветровая плюс гололедная



Дополнительный тест ветровой нагрузки с гололедом

Для теста создана модель «2.1 проверка ветра с гололедом.spr» у котрой по результатам расчета для расчетной грани диаметры труб или размеры проекции нестандартных сечений приняты по размерам проекции с гололедом. Результаты расчета этой модели для ветра без гололеда при умножении на коэффициент сочетаний 0,6 совпадают с приведенным выше рисунком.

Информация жесткостей и элементов модели

Н ЖЕСТКОСТИ ● ЭЛЕМЕНТЫ

⚠ Жесткости [10 11 23 35] не содержатся в базе данных, перед созданием загрузений проверьте корректность параметров этих жесткостей



Номер	Имя	Проекция сечения, м.	Периметр сечения, м.	Аэродин. коэф.	Круглое сеч.	Шероховатость поверхности, м.	Шероховатость поверхности гололеда, м.	
1	Тр.219x8	0,219	0,688	1,4	Да	2E-05	2E-05	
2	Тр.219x6	0,219	0,688	1,4	Да	2E-05	2E-05	
3	Тр.168x6	0,168	0,528	1,4	Да	2E-05	2E-05	
4	Тр.114x4	0,114	0,358	1,4	Да	2E-05	2E-05	
5	Тр.89x4	0,089	0,28	1,4	Да	2E-05	2E-05	
6	Тр.133x4	0,133	0,418	1,4	Да	2E-05	2E-05	
7	Тр.76x4	0,076	0,239	1,4	Да	2E-05	2E-05	
8	Тр.108x4	0,108	0,339	1,4	Да	2E-05	2E-05	
9	Тр.219x7	0,219	0,688	1,4	Да	2E-05	2E-05	
10		0,232	1,104	1,4	Нет	2E-05	2E-05	
11		0,18	0,852	1,4	Нет	2E-05	2E-05	
18	Тр.125x4	0,125	0,393	1,4	Да	2E-05	2E-05	
19	Тр.87x4	0,087	0,273	1,4	Да	2E-05	2E-05	
20	Тр.224x8	0,224	0,704	1,4	Да	2E-05	2E-05	
21	Тр.119x4	0,119	0,374	1,4	Да	2E-05	2E-05	
22	Тр.114x4	0,114	0,358	1,4	Да	2E-05	2E-05	
23	Пр=0,238	0,238	1,104	1,4	Нет	2E-05	2E-05	
24	Тр.95x4	0,095	0,298	1,4	Да	2E-05	2E-05	
24	Тр.95x4	0,095	0,298	1,4	Да	2E-05	2E-05	
25	Тр.140x4	0,14	0,44	1,4	Да	2E-05	2E-05	
26	Тр.139x4	0,139	0,437	1,4	Да	2E-05	2E-05	
27	Тр.226x6	0,226	0,71	1,4	Да	2E-05	2E-05	
28	Тр.83x4	0,083	0,261	1,4	Да	2E-05	2E-05	
29	Тр.122x4	0,122	0,383	1,4	Да	2E-05	2E-05	
30	Тр.140x4	0,14	0,44	1,4	Да	2E-05	2E-05	
31	Тр.227x7	0,227	0,713	1,4	Да	2E-05	2E-05	
32	Тр.84x4	0,084	0,264	1,4	Да	2E-05	2E-05	
33	Тр.123x4	0,123	0,386	1,4	Да	2E-05	2E-05	
34	Тр.122x4	0,122	0,383	1,4	Да	2E-05	2E-05	
35	Пр=189	0,189	0,852	1,4	Нет	2E-05	2E-05	
36	Тр.85x4	0,085	0,267	1,4	Да	2E-05	2E-05	
37	Тр.98x4	0,098	0,308	1,4	Да	2E-05	2E-05	
38	Тр.123x4	0,123	0,386	1,4	Да	2E-05	2E-05	
39	Тр.177x6	0,177	0,556	1,4	Да	2E-05	2E-05	
40	Тр.85x4	0,085	0,267	1,4	Да	2E-05	2E-05	
41	Тр.123x4	0,123	0,386	1,4	Да	2E-05	2E-05	
42	Тр.178x6	0,178	0,559	1,4	Да	2E-05	2E-05	
43	Тр.86x4	0,086	0,27	1,4	Да	2E-05	2E-05	
44	Тр.124x4	0,124	0,39	1,4	Да	2E-05	2E-05	
45	Тр.86x4	0,086	0,27	1,4	Да	2E-05	2E-05	

21 (Ветер_но_Y_LLWL) ▾



2.1.2 Ветровые, гололедные, весовые нагрузки от дополнительных площадей элементами

Лестница задана во всех сечениях. Стойки из уголка 50х5.

	b	t	r ₁	r ₂	A	I _y =I _z	W _y	i _y	i _u	i _v	W _{vo}	i _v	i _{yz}	U _o	P	
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	мм	мм	см ⁴	мм	см ⁴	мм	кг/м	
25 L50x5	50,000	5,000	5,500	1,800	4,800	11,200	3,130	15,300	17,770	19,200	4,630	2,300	9,800	6,570	14,200	3,770

Добавить элементы доп. площади

Группа
Лестница

Имя элемента
Стойка

№ Секций [1-9] +

Шаг по высоте секции, м 0 Кол-во элементов 2

Коеф. затенения 1 Коеф. к весу 1,3

Длина элемента, м 0 Проекция сечения, м 0,05

Длина по секции Периметр сечения, м 0,2

Масса, кг/м 3,729 Шероховатость, м Распыленная краска

Является трубой Шерохов. гололед, м 0

Площадь элемента, м2 0

Аэродинам. коеф. 1,4

Таблица дополнительных площадей для секций из отдельных элементов

№	Номер секции	Группа	Имя	Кол-во

Группировать по: Секциям Группе



ОТМЕНА

ДОБАВИТЬ

Ступени из уголка 40x5.

	b	t	r ₁	r ₂	A	I _y =I _z	W _y	i _y	I _u	i _u	I _v	W _{vo}	i _v	I _{yz}	U _o	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	мм	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	мм	кг/м
17	40,000	5,000	5,000	1,700	3,790	5,530	1,950	12,100	8,750	15,200	2,300	1,390	7,800	3,220	11,700	2,980

Добавить элементы доп. площади

Группа
Лестница

Имя элемента
Ступень

№ Секций [1-9] +

Шаг по высоте секции, м 0,2

Кол-во элементов 1

Козф. затенения 1

Козф. к весу 1,3

Длина элемента, м 0,5

Проекция сечения, м 0,04

Длина по секции

Периметр сечения, м 0,16

Масса, кг/м 2,944

Шероховатость, м. Распыленная краска

Является трубой

Шерохов. гололед, м 0

Площадь элемента, м2 0

Аэродинам. коэф. 1,4

Таблица дополнительных площадей для секций из отдельных элементов

	№	Номер секции	Группа	Имя	Кол-во	
Группа конструкции Лестница Всего 9						
		0	1	Лестница	Стойка	2
		1	2	Лестница	Стойка	2
		2	3	Лестница	Стойка	2
		3	4	Лестница	Стойка	2
		4	5	Лестница	Стойка	2
		5	6	Лестница	Стойка	2
		6	7	Лестница	Стойка	2

Группировать по: Секциям Группе



ОТМЕНА

ДОБАВИТЬ

Площадка задана для секций 2 и 4. Стойки из квадратной трубы 80x4.

	b	R	s	A	I _y =I _z	W _y =W _z	P	
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	кг/м	
123	80x4,0	80,000	8,000	4,000	11,750	111,040	27,760	9,220

Добавить элементы доп. площади

Группа
Площадка

Имя элемента
Стойка ограждения

№ Секций [2 4] +

Шаг по высоте секции, м 0,01

Кол-во элементов 20

Козф. затенения 1

Козф. к весу 1,3

Длина элемента, м 1,2

Проекция сечения, м 0,08

Длина по секции

Периметр сечения, м 0,32

Масса, кг/м 9,546

Шероховатость, м. Распыленная краска

Является трубой

Шерохов. гололед, м 0

Площадь элемента, м2 0

Аэродинам. коэф. 1,4

Таблица дополнительных площадей для секций из отдельных элементов

	№	Номер секции	Группа	Имя	Кол-во	
Группа конструкции Лестница Всего 18						
		0	1	Лестница	Стойка	2
		1	2	Лестница	Стойка	2
		2	3	Лестница	Стойка	2
		3	4	Лестница	Стойка	2
		4	5	Лестница	Стойка	2
		5	6	Лестница	Стойка	2
		6	7	Лестница	Стойка	2

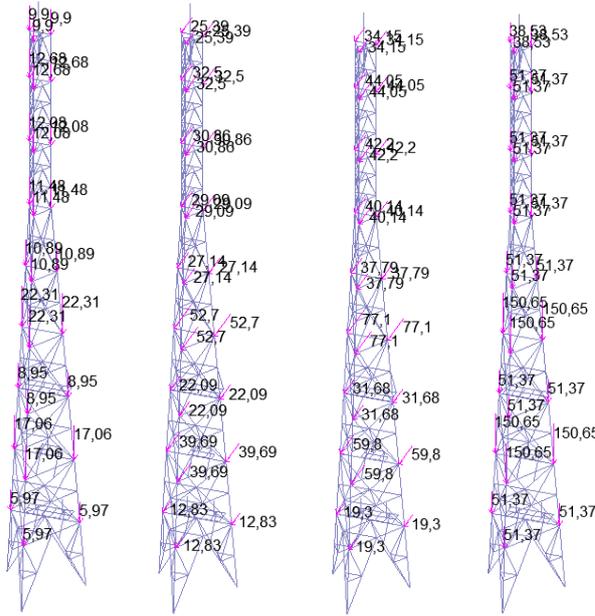
Группировать по: Секциям Группе



ОТМЕНА

ДОБАВИТЬ

18 (Гололед_доп_пл_эле	23 (Ветер_с_гололедом_	28 (Ветер_по_У_доп_пл_	32 (Вес_доп_пл_элемент
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------



Нагрузки в кг

Секция № 1

№	Номер секции	Группа	Имя	Кол-во	Длина элемента, м	Длина по секции	Шаг по высоте, м	Вес элемента, кг/м	Кэф. над. веса	Проекция сечения	Периметр сечения	Труба	Шероховатость	Шероховатость при гололеде	Аэродинам. коэф.	Площадь, м2
Секция 1 Всего 2																
34	1	Лестница	Стойка	2	8	Да	Нет	3,729	1,3	0,05	0,2	Нет	2E-05	0	1,4	0,4
43	1	Лестница	Ступень	40	0,5	Нет	0,2	2,944	1,3	0,04	0,16	Нет	2E-05	0	1,4	0
																Площадь: 0,4 м2

Гололед (загружение 18)

Средняя отметка секции $z=4$ м, по табл. 12.3 $k=0,8$.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3*0,8*0,6*0,9*9,81=12,71$ Па

Расчетная нагрузка на узел $P=1,2*1,8*12,71*(8*0,2*2+0,16*0,5*8/0,2)/3=58,568$ Н=**5,970** кг

Ветер (загружение 28)

$z_e=12$ м (по средней отметке секции)

По таблице 11.2 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=0,75$

Нагрузка на один узел по верху секции с учетом коэффициента неучтенности $k_w=1,05$

$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_w c_x}{n} = 1,05*1,4*0,23*0,75*(8*0,05*2*1,4+0,5*0,04*8/0,2*1,4)/3=0,189$ кН = **19,27** кг

Ветер при гололеде (загружение 23)

На отметке 4 м по табл. 12.3 $k=0,8$

$P = \frac{0,6 k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_w c_x}{n_{\text{узлов}}}$

$= 0,6*1,05*1,4*0,23*0,75*(8*(0,05+0,003*0,8*2)*2*1,4+0,5*(0,04+0,003*2*0,8)*8/0,2*1,4)/3=$
 $= 0,1259$ кН = **12,834** кг

Вес дополнительных площадей элементами (загружение 32)

$(8*3,729*1,3*2+0,5*2,944*1,3*8/0,2)/3=$ **51,37** кг

Секция № 2

№	Номер секции	Группа	Имя	Кол-во	Длина элемента, м	Длина по секции	Шаг по высоте, м	Вес элемента, кг/м	Кэф. над. веса	Проекция сечения	Периметр сечения	Труба	Шероховатость	Шероховатость при гололеде	Аэродинам. коэф.	Площадь, м2
Секция 2 Всего 3																
35	2	Лестница	Стойка	2	8	Да	Нет	3,729	1,3	0,05	0,2	Нет	2E-05	0	1,4	0,4
44	2	Лестница	Ступень	40	0,5	Нет	0,2	2,944	1,3	0,04	0,16	Нет	2E-05	0	1,4	0
52	2	Площадка	Стойка ограждения	20	1,2	Нет	Нет	9,546	1,3	0,08	0,32	Нет	2E-05	0	1,4	0
																Площадь: 0,4 м2

Гололед (загружение 18)

Средняя отметка секции $z=(8+16)/2=12$ м, по табл. 12.3 $k=1,04$.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3*1,04*0,6*0,9*9,81=16,5279$ Па

Расчетная нагрузка на узел $P=1,2*1,8*16,5279*(8*0,2*2+0,16*0,5*8/0,2+1,2*0,32*20)/3=167,5532$
 $H=17,080$ кг

Ветер (загружение 28)

$z_e=12$ м (по средней отметке секции)

По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=1*(12/10)^{(2*0,15)}=1,0562$

Нагрузка на один узел по верху секции с учетом коэффициента неучтенности $k_w=1,05$

$$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_{wc} c_x}{n}$$

$$=1,05*1,4*0,23*1,0562*(8*0,05*2*1,4+0,5*0,04*8/0,2*1,4+1,2*0,08*20*1,4)/3=0,587 \text{ кН} = 59,84 \text{ кг}$$

Ветер при гололеде (загружение 23)

На отметке 12 м по табл. 12.3 $k=1,04$

$$P = \frac{0,6 k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_{wice} c_x}{n_{\text{узлов}}}$$

$$=0,6*1,05*1,4*0,23*1,0562*(8*(0,05+0,003*1,04^2)*2*1,4+0,5*(0,04+0,003*1,04^2)*8/0,2*1,4+1,2*(0,08+0,003*1,04^2)*20*1,4)/3=0,3894 \text{ кН} = 39,69 \text{ кг}$$

Вес дополнительных площадей элементами (загружение 32)

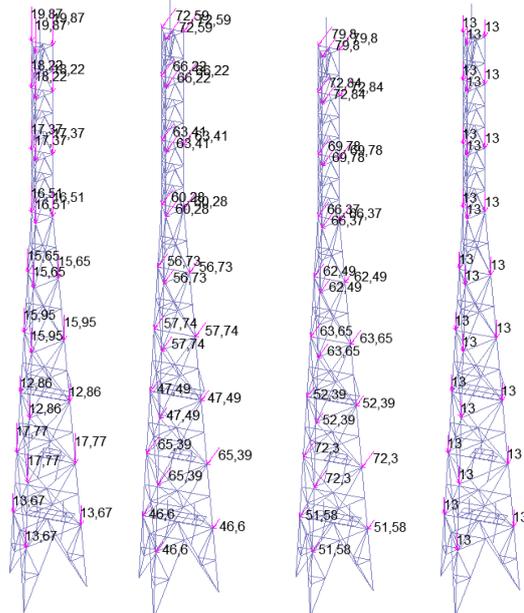
$$(8*3,729*1,3*2+0,5*2,944*1,3*8/0,2+1,2*9,546*1,3*20)/3=150,65 \text{ кг}$$

2.1.3 Ветровые, гололедные, весовые нагрузки от дополнительных площадей

№	Имя	Площадь для ветра, м2	Площадь для гололеда, м2	Аэродинам. коэф.	Cise	Номер секции	Масса, кг	Коэф. к весу
Секция № 1 Всего 3								
7	Лестница	1,6	3,2	1,4	1,5	1	10	1,3
16	Площадки	1,99	4	1,4	1,5	1	15	1,3
25	Фидеры	0,8	1,6	1,2	1,5	1	5	1,3
		Площадь: 4,39 м2						
Секция № 2 Всего 3								
8	Лестница	1,6	3,2	1,4	1,5	2	10	1,3
17	Площадки	1,97	4	1,4	1,5	2	15	1,3
26	Фидеры	0,8	1,6	1,2	1,5	2	5	1,3
		Площадь: 4,37 м2						
Секция № 3 Всего 3								
9	Лестница	1,6	3,2	1,4	1,5	3	10	1,3
18	Площадки	0,36	0,72	1,4	1,5	3	15	1,3
27	Фидеры	0,8	1,6	1,2	1,5	3	5	1,3
		Площадь: 2,76 м2						
Секция № 4 Всего 3								
10	Лестница	1,6	3,2	1,4	1,5	4	10	1,3
19	Площадки	0,62	1,24	1,4	1,5	4	15	1,3
28	Фидеры	0,8	1,6	1,2	1,5	4	5	1,3
		Площадь: 3,02 м2						
Секция № 5 Всего 3								
11	Лестница	1,6	3,2	1,4	1,5	5	10	1,3
20	Площадки	0,36	0,72	1,4	1,5	5	15	1,3
29	Фидеры	0,8	1,6	1,2	1,5	5	5	1,3
		Площадь: 2,76 м2						
Секция № 6 Всего 3								
12	Лестница	1,6	3,2	1,4	1,5	6	10	1,3
21	Площадки	0,36	0,72	1,4	1,5	6	15	1,3
30	Фидеры	0,8	1,6	1,2	1,5	6	5	1,3
		Площадь: 2,76 м2						
Секция № 7 Всего 3								
13	Лестница	1,6	3,2	1,4	1,5	7	10	1,3
22	Площадки	0,36	0,72	1,4	1,5	7	15	1,3
31	Фидеры	0,8	1,6	1,2	1,5	7	5	1,3
		Площадь: 2,76 м2						

№	Имя	Площадь для ветра, м2	Площадь для гололеда, м2	Аэродинам. коэф.	Cice	Номер секции	Масса, кг	Коэф. к весу	
▼ Секция № 8 (Всего 3)									
14	Лестница	1,6	3,2	1,4	1,5	8	10	1,3	
23	Площадки	0,36	0,72	1,4	1,5	8	15	1,3	
32	Фидеры	0,8	1,6	1,2	1,5	8	5	1,3	
		Площадь: 2,76 м2							
▼ Секция № 9 (Всего 3)									
15	Лестница	1,2	2,4	1,4	1,5	9	10	1,3	
24	Площадки	1,09	2,18	1,4	1,5	9	15	1,3	
33	Фидеры	0,6	1,2	1,2	1,5	9	5	1,3	
		Площадь: 2,89 м2							

17 (Гололед_доп_площад_)	22 (Ветер_с_гололедом_)	27 (Ветер_по_Y_доп_пло_)	31 (Вес_доп_площ_ЛЛАА_)
--------------------------	-------------------------	--------------------------	-------------------------



Нагрузки в кг

Секция № 1

Гололед (загрузка 17)

Средняя отметка секции $z=4$ м.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3*0,8*1*0,9*9,81=21,19$ Па

Расчетная нагрузка на узел $P=1,2*1,8*21,19*(3,2+4+1,6)/3=134,26$ Н=13,686 кг

Ветер (загрузка 27)

$z_e=4$ м (по средней отметке секции)

По таблице 11.2 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=0,75$

Нагрузка на один узел по верху секции с учетом коэффициента неучтенности $k_w=1,05$

$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_w c_x}{n} = 1,05 * 1,4 * 0,23 * 0,75 * (1,6 * 1,4 + 1,99 * 1,4 + 0,8 * 1,2) / 3 = 0,506$ кН = 51,58 кг

Ветер при гололеде (загрузка 22)

Для лестницы $A_{wice} = c_{ice}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (1,6^{0,5} + 3 * 0,8 / 1000)^2 = 2,4091$ м².

Для площадки $A_{wice} = c_{ice}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (1,99^{0,5} + 3 * 0,8 / 1000)^2 = 2,9952$ м².

Для фидеров $A_{wice} = c_{ice}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (0,8^{0,5} + 3 * 0,8 / 1000)^2 = 1,2064$ м².

$P = \frac{0,6 k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_{wice} c_x}{n_{узлов}}$

$= 0,6 * 1,05 * 1,4 * 0,23 * 0,75 * (2,4091 * 1,4 + 2,9952 * 1,4 + 1,2064 * 1,2) / 3 = 0,457$ кН = 46,59 кг

Вес дополнительных площадей (загрузка 24)

$(10 * 1,3 + 15 * 1,3 + 5 * 1,3) / 3 = 13$ кг

Секция № 2

Гололед (загружение 17)

Средняя отметка секции $z=(8+16)/2=12$ м.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk\mu_2\rho g = 3*1,04*1*0,9*9,81=27,55$ Па

Расчетная нагрузка на узел $P=1,2*1,8*27,55*(3,2+4+1,6)/3=174,56$ Н=**17,794 кг**

Ветер (загружение 27)

$z_e=12$ м (по средней отметке секции).

По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=1*(12/10)^{(2*0,15)}=1,0562$

Нагрузка на один узел по верху секции с учетом коэффициента неучтенности $k_w=1,05$

$$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_c}{n_{\text{узлов}}} = 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,0562 * (1,6 * 1,4 + 1,97 * 1,4 + 0,8 * 1,2) / 3 = 0,7092 \text{ кН} = \mathbf{72,29 \text{ кг}}$$

Ветер при гололеде (загружение 22)

Для лестницы $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (1,6^{0,5} + 3 * 1,04 / 1000)^2 = 2,4119 \text{ м}^2$.

Для площадки $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (1,97^{0,5} + 3 * 1,04 / 1000)^2 = 2,9682 \text{ м}^2$.

Для фидеров $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (0,8^{0,5} + 3 * 1,04 / 1000)^2 = 1,2084 \text{ м}^2$.

$$P = \frac{0,6 k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_{\text{wice}} c_x}{n_{\text{узлов}}} = 0,6 * 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,0562 * (2,4119 * 1,4 + 2,9682 * 1,4 + 1,2084 * 1,2) / 3 = 0,642 \text{ кН} = \mathbf{65,44 \text{ кг}}$$

Секция № 5

Гололед (загружение 17)

Средняя отметка секции $z=(32+40)/2=36$ м.

По формуле (12.2) СП 20 $i'=3*1,46*1*0,9*9,81=38,67$ Па

Расчетная нагрузка на узел $P=1,2*1,8*38,67*(3,2+0,72+1,6)/3=153,69$ Н=**15,667 кг**

Ветер (загружение 27)

$z_e=36$ м (по средней отметке секции)

По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=1*(36/10)^{(2*0,15)}=1,4686$

Нагрузка на один узел по верху секции с учетом коэффициента неучтенности $k_w=1,05$

$$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_{c_x}}{n_{\text{узлов}}} = 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,4686 * (1,6 * 1,4 + 0,36 * 1,4 + 0,8 * 1,2) / 3 = 0,6131 \text{ кН} = \mathbf{62,50 \text{ кг}}$$

Ветер при гололеде (загружение 22)

Для лестницы $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (1,6^{0,5} + 3 * 1,46 / 1000)^2 = 2,4166 \text{ м}^2$.

Для площадки $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (0,36^{0,5} + 3 * 1,46 / 1000)^2 = 0,5479 \text{ м}^2$.

Для фидеров $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}}(\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (0,8^{0,5} + 3 * 1,46 / 1000)^2 = 1,2118 \text{ м}^2$.

$$P = \frac{0,6 k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_{\text{wice}} c_x}{n_{\text{узлов}}} = 0,6 * 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,4686 * (2,4166 * 1,4 + 0,5479 * 1,4 + 1,2118 * 1,2) / 3 = 0,557 \text{ кН} = \mathbf{56,78 \text{ кг}}$$

Секция № 9

Гололед (загружение 17)

Средняя отметка секции $z=(64+70)/2=67$ м.

По формуле (12.2) СП 20 $i'=3*1,77*1*0,9*9,81=46,88$ Па

Расчетная нагрузка на узел $P=1,2*1,8*46,88*(2,4+2,18+1,2)/3=195,1$ Н=**19,888 кг**

Ветер (загружение 27)

$z_e=(64+70)/2=67$ м (по средней отметке секции)

По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=1*(67/10)^{(2*0,15)}=1,7694$

Нагрузка на один узел по верху секции с учетом коэффициента неучтенности $k_w=1,05$

$$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A c_x}{n_{\text{узлов}}} = 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,7694 * (1,2 * 1,4 + 1,09 * 1,4 + 0,6 * 1,2) / 3 = 0,7829 \text{ кН} = 79,81 \text{ кг}$$

Ветер при гололеде (загрузка 22)

Для лестницы $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}} (\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (1,2^{0,5} + 3 * 1,77 / 1000)^2 = 1,8175 \text{ м}^2$.

Для площадки $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}} (\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (1,09^{0,5} + 3 * 1,77 / 1000)^2 = 1,6517 \text{ м}^2$.

Для фидеров $A_{\text{wice}} = c_{\text{ice}} (\sqrt{A_w} + bk)^2 = 1,5 * (0,6^{0,5} + 3 * 1,77 / 1000)^2 = 0,9124 \text{ м}^2$.

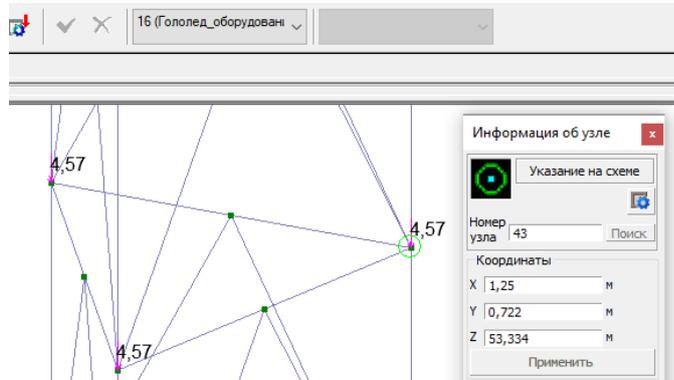
$$P = \frac{0,6 k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_{\text{wice}} c_x}{n_{\text{узлов}}}$$

$$= 0,6 * 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,7694 * (1,8175 * 1,4 + 1,6517 * 1,4 + 0,9124 * 1,2) / 3 = 0,712 \text{ кН} = 72,58 \text{ кг}$$

2.1.4 Ветровые, гололедные, весовые нагрузки от оборудования

Оборудование												
№	Название	Кол-во	Габаритные размеры	Отм. установки, м	Масса ед., кг	Масса крепления ед., кг	Коэф. надежности для веса	Sw, м2	Sice, м2	Cx	Cice	
1	Волновой канал	1	1x0,3x0,3	56	3	20	1,1	0,3	0,6	0,5	1,5	
Узлы для задания загрузки: (3 шт.): [46-48]												
2	Huawei	3	1,445x0,449x0,115	56	20	20	1,1	0,65	1,3	1,1	1,5	
Узлы для задания загрузки: (3 шт.): [46-48]												
3	Блок RRUS 12 В3	3	0,518x0,47x0,19	53,334	26,3	0,1	1,1	0,24	0,48	1	1,5	
Узлы для задания загрузки: (3 шт.): [43-45]												
4	Сиваш IV-V-TB	1	2 этажа	73,93	129	1	1,1	1,7	1,58	1,4	1,5	
Узлы для задания загрузки: (1 шт.): [202]												

Гололед от оборудования на отм. +53,334 (поз. 3)

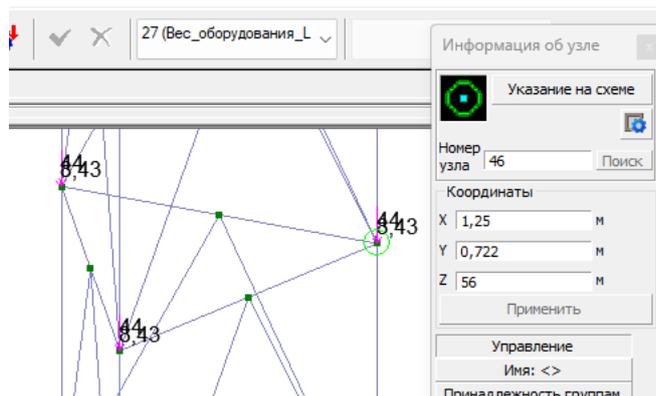


По формуле (12.2) СП 20 $i' = bk \mu_2 \rho g = 3 * 1,6334 * 1 * 0,9 * 9,81 = 43,2639 \text{ Па}$

Нагрузка на узел

$$P = 3 * 43,2639 * 0,48 * 1,8 * 1,2 / 3 = 44,856 \text{ Н} = 4,54 \text{ кг}$$

Вес оборудования

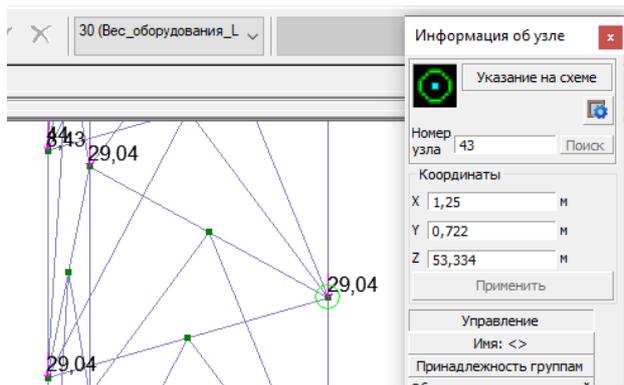


Нагрузка № 1 от собственного веса на отм. + 56.

$$(3+20)*1,1/3=8,43 \text{ кг}$$

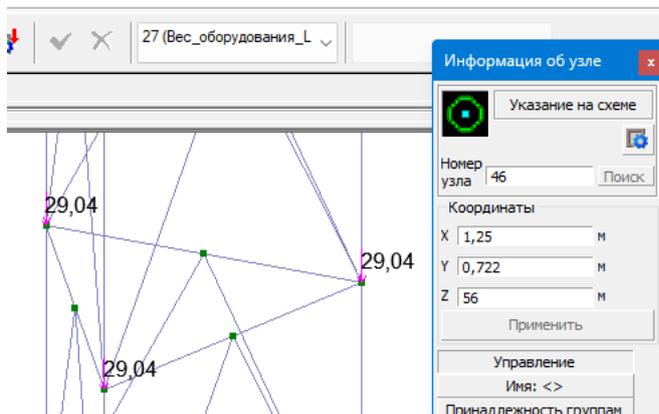
Нагрузка № 2 от собственного веса на отм. + 56.

$$3*(20+20)*1,1/3=44 \text{ кг}$$



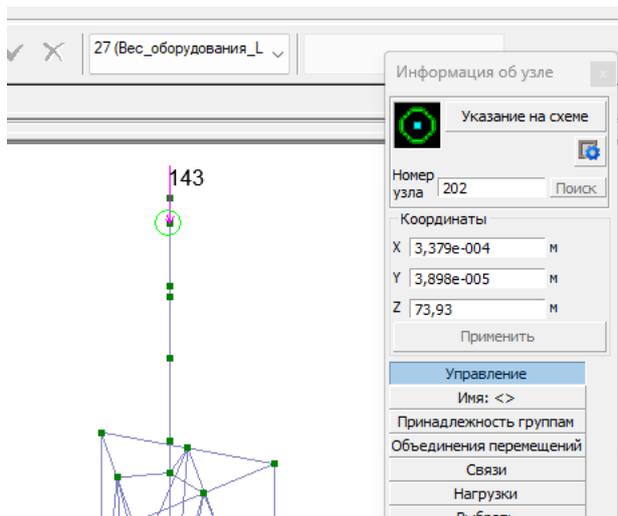
Нагрузка № 3 от собственного веса на отм. + 53,334.

$$3*(26,3+0,1)*1,1/3=29,04 \text{ кг}$$

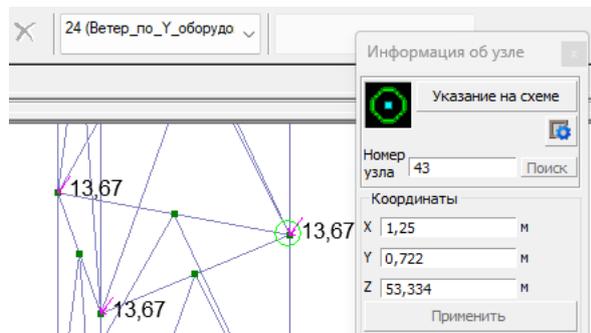


Нагрузка № 4 от собственного веса на отм. + 73,93.

$$1*(129+1)*1,1/1=143 \text{ кг}$$



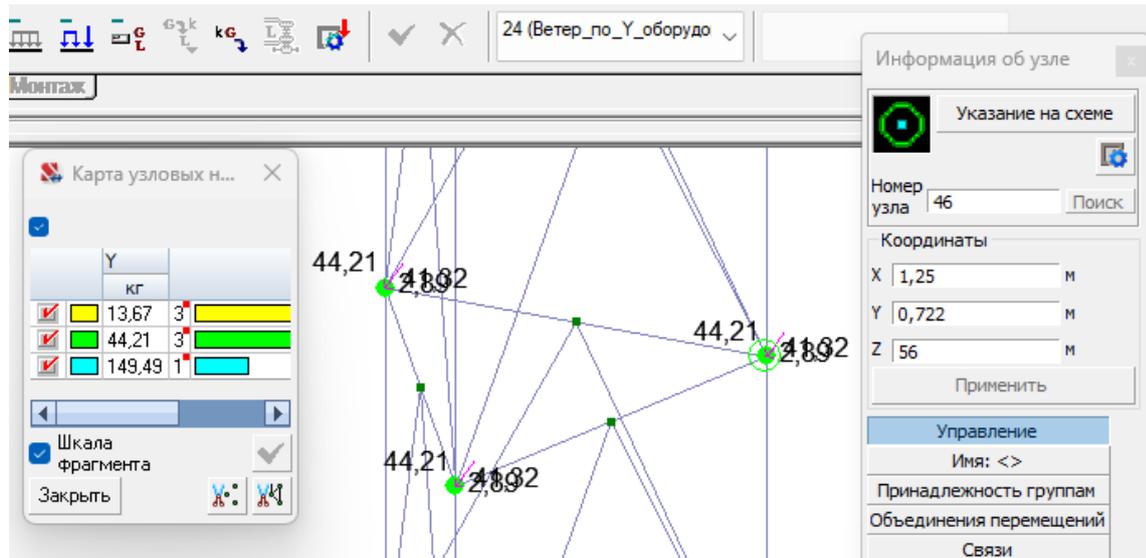
Ветер



По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=1*(53,334/10)^{(2*0,15)}=1,65235$

Нагрузка на один узел по верху секции

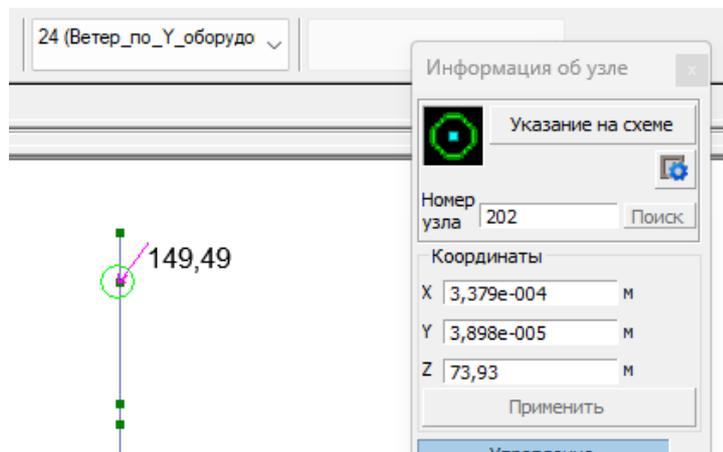
$$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_c}{n} = 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,65235 * (0,24 * 1 * 3) / 3 = 0,13408 \text{ кН} = 13,67 \text{ кг}$$



По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=1*(56/10)^{(2*0,15)}=1,6767$

Нагрузка на один узел по верху секции

$$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_c}{n} = 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,6767 * (0,3 * 0,5 * 1 + 0,65 * 1,1 * 3) / 3 = 0,4337 \text{ кН} = 44,21 \text{ кг}$$

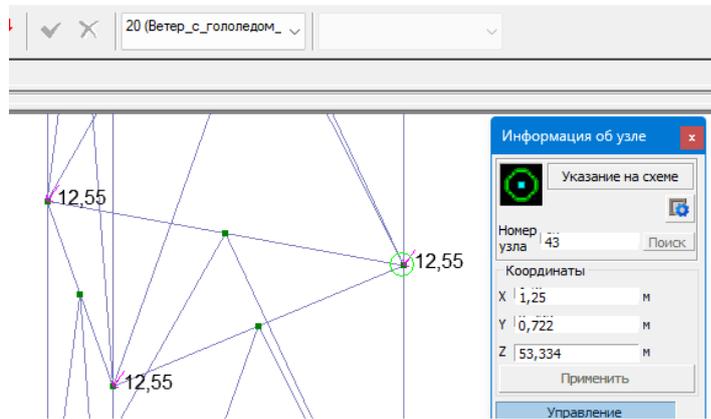


По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 $k(z_e)=1*(73,93/10)^{(2*0,15)}=1,8224$

Нагрузка на один узел по верху секции

$$P = \frac{k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum A_c}{n} = 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,8224 * (1,7 * 1,4 * 1) / 1 = 1,4664 \text{ кН} = 149,48 \text{ кг}$$

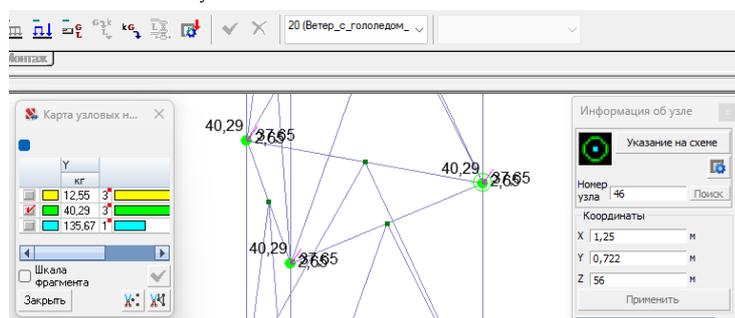
Ветер с гололедом



$$A_{wice} = c_{ice}(\sqrt{S_w} + bk)^2 = 1,5 * (0,24^{0,5} + 3 * 1,633/1000)^2 = 0,3672 \text{ м}^2.$$

$$\text{По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 } k(z_e) = 1 * (53,334/10)^{(2 * 0,15)} = 1,65235$$

$$P = \frac{0,6k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum n_{об} A_{wice} c_x}{n_{узлов}} = 0,6 * 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,65235 * 3 * 0,3672 * 1/3 = 0,12308 \text{ кН} = 12,55 \text{ кг}$$



$$\text{Для поз. № 1 «Волновой канал» } A_{wice} = c_{ice}(\sqrt{S_w} + bk)^2 = 1,5 * (0,3^{0,5} + 3 * 1,66/1000)^2 = 0,4582 \text{ м}^2.$$

$$\text{Для поз. № 2 «Huawei» } A_{wice} = c_{ice}(\sqrt{S_w} + bk)^2 = 1,5 * (0,65^{0,5} + 3 * 1,66/1000)^2 = 0,9871 \text{ м}^2.$$

$$\text{По формуле 11.4 СП 20.13330.2016 } k(z_e) = 1 * (56/10)^{(2 * 0,15)} = 1,6767$$

$$P = \frac{0,6k_w \gamma_f w_0 k(z_e) \sum n_{об} A_{wice} c_x}{n_{узлов}} = 0,6 * 1,05 * 1,4 * 0,23 * 1,6767 * (1 * 0,4582 * 0,5 + 3 * 0,9871 * 1,1) / 3 = 0,3953 \text{ кН} = 40,30 \text{ кг}$$

2.1.5 Результаты расчета по загрузкам и комбинациям

Настройки

Настройки:

Козф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Козф. надежности 1,4	Козф. надежности 1,8	Козф. надежности 1,1	Козф. надежности 1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузие i

Задать гололедную нагрузку на узлы секций i

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ
СОХРАНИТЬ

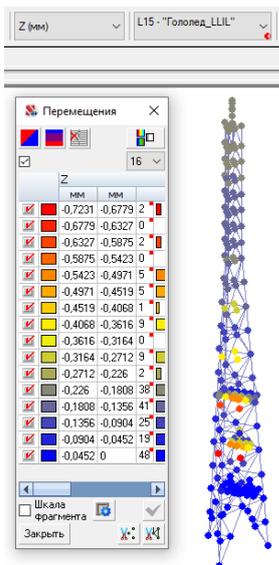
Модель «2.1.spr»

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

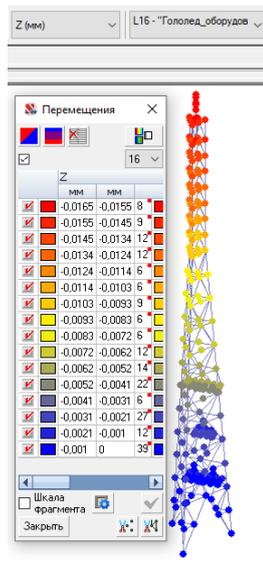
18:05:13	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0

7-		-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-		-4.434	2.561	0	0	0	0
9-	1	0	2.33602	0	0	0	0
9-	2	0	0	0	0	0	0
9-	3	0	0.392363	0	0	0	0
10-	1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10-	2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12-	1	0	2.33602	0	0	0	0
12-	2	0	0	0	0	0	0
12-	3	0	0.392363	0	0	0	0
13-	1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13-	2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-		0	0	1.82232	-3.01707e-05	0.000624073	0
16-		0	0	0.0741096	0	0	0
17-		0	0	0.444092	0	0	0
18-		0	0	0.3343	0	0	0
19-		2.69365e-06	0	0.22001	-3.0381e-05	0	0
20-		0	1.6451	0	0	0	0
21-		0	0.294199	0	0	0	0
22-		0	1.60936	0	0	0	0
23-		0	0.816845	0	0	0	0
24-		-2.86026e-06	0.201088	-0.0154871	0	0	0
25-		0	2.709	0	0	0	0
26-		0	0.32311	0	0	0	0
27-		0	1.77357	0	0	0	0
28-		0	1.15863	0	0	0	0
29-		-4.52499e-06	0.316123	-0.0258245	0	0	0
30-		0	0	0.38742	0	0	0
31-		0	0	0.351	0	0	0
32-		0	0	1.94411	0	0	0

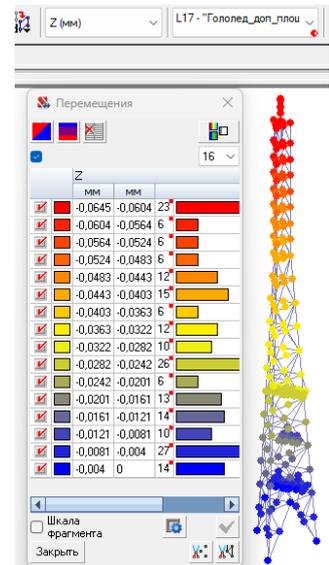
Загрузка 15 Гололед



Загрузка 16 Гололед_оборудование



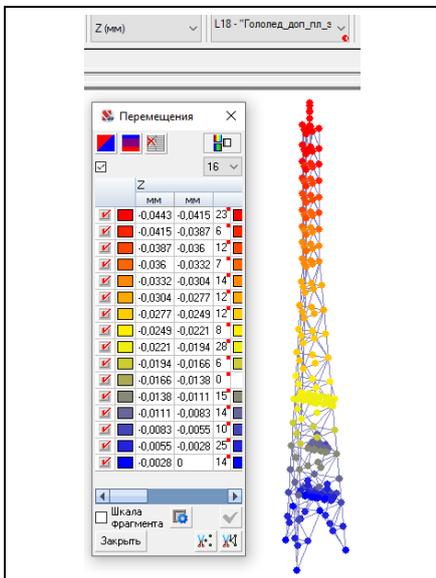
Загрузка 17 Гололед_доп_площади



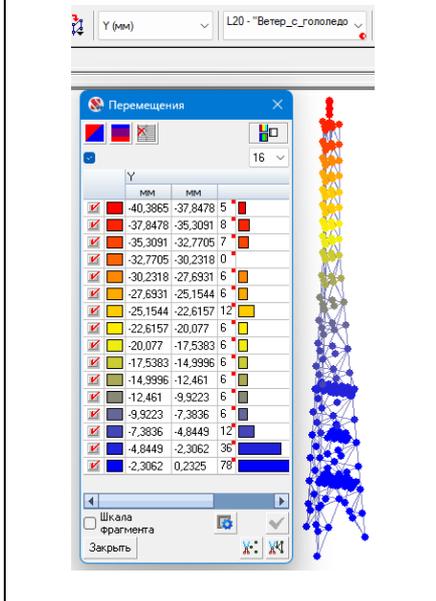
Загрузка 18 Гололед_доп_пл_элементы

Загрузка 19 Гололед_доп_элементы

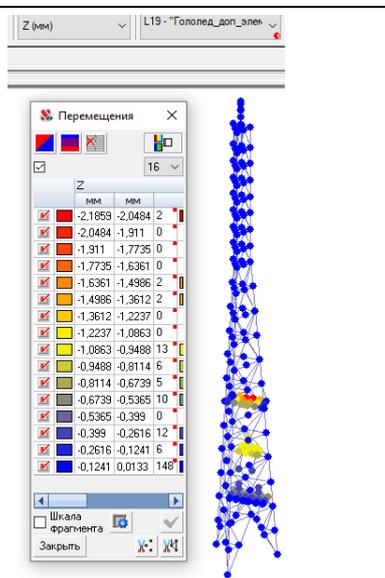
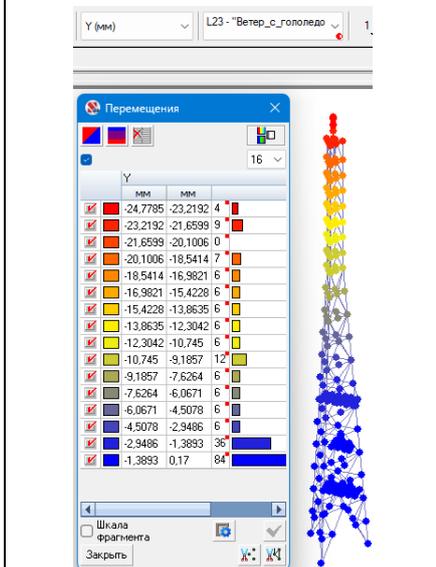
Комбинация весь гололед L15+L16+L17+L18+L19



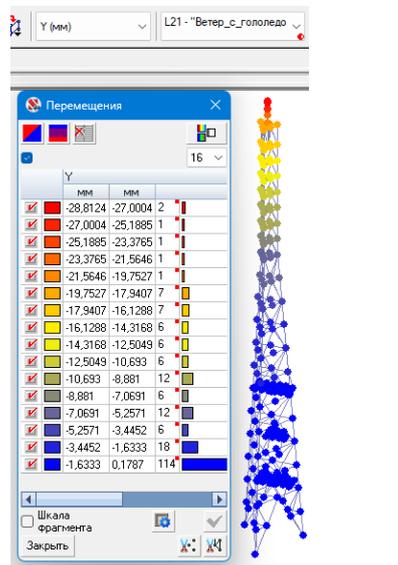
Загрузка 20
Ветер_с гололедом_по_Y



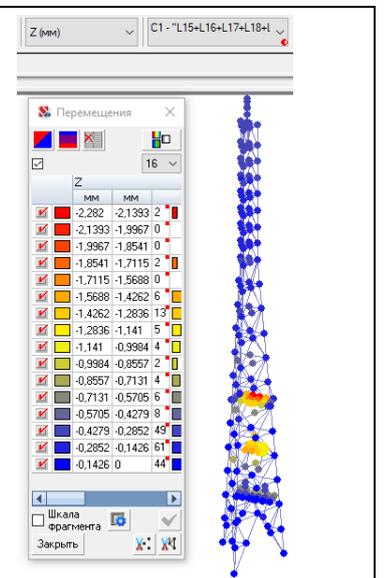
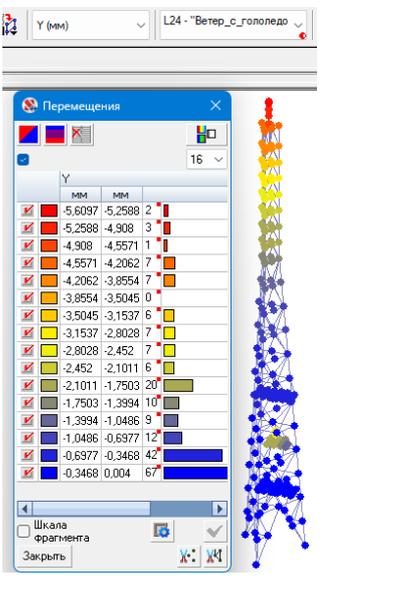
Загрузка 23
Ветер_с гололедом_по_Y_доп_элементы (добавить после доработки см. 2.1.2)



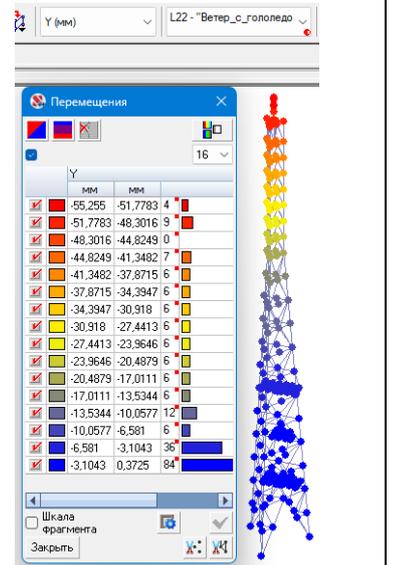
Загрузка 21
Ветер_с гололедом_по_Y_оборудование



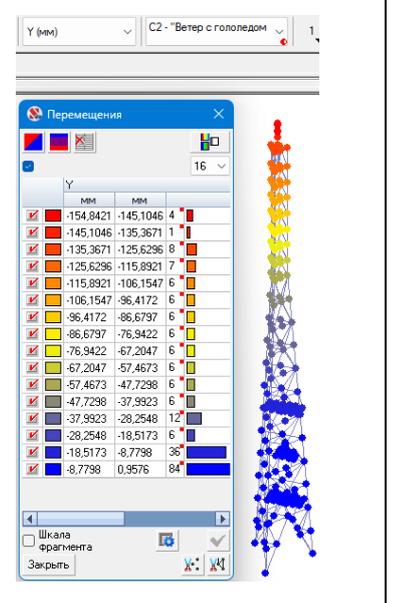
Загрузка 24
Ветер_с гололедом_по_Y_доп_элементы



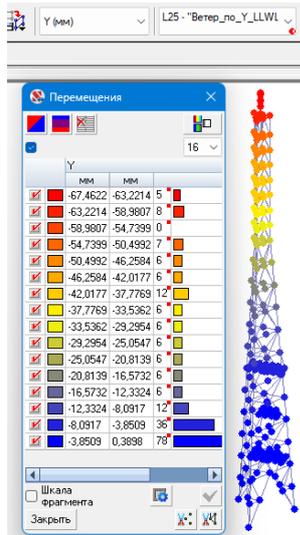
Загрузка 22
Ветер_с гололедом_по_Y_доп_площади



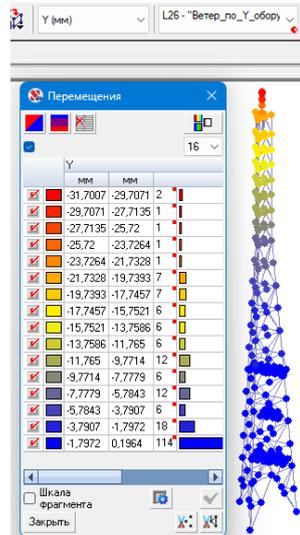
Комбинация весь ветер с гололедом
L20+L21+L22+L23+L24



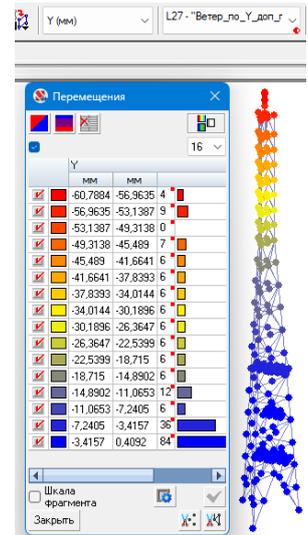
Загрузка 25 Ветер_по_Y



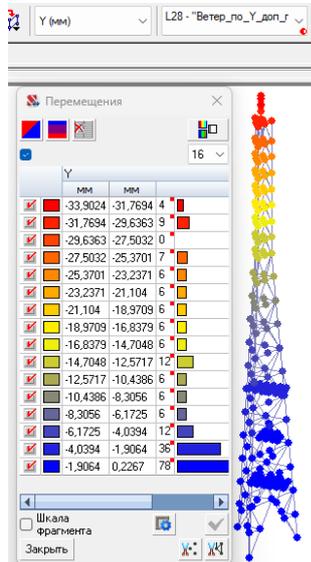
Загрузка 26 Ветер_по_Y_оборудование



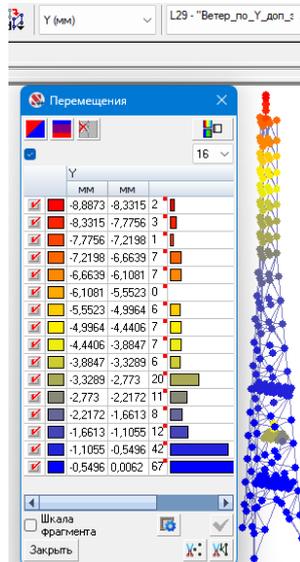
Загрузка 27 Ветер_по_Y_доп_площади



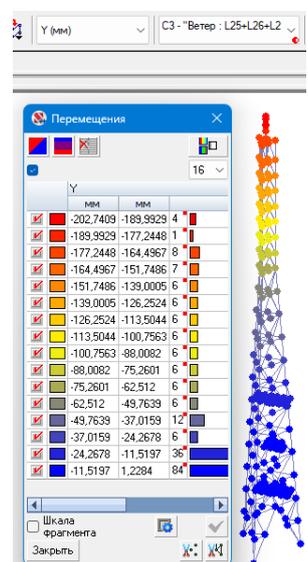
Загрузка 28 Ветер_по_Y_доп_пл_элементы



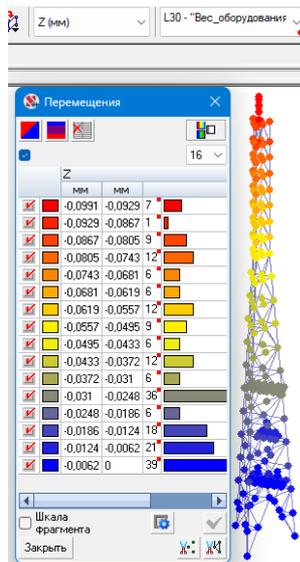
Загрузка 29 Ветер_по_Y_доп_элементы



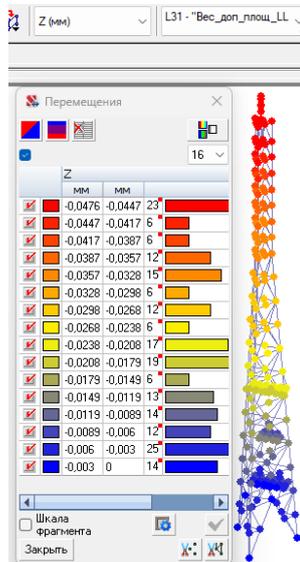
Комбинация весь ветер L25+L26+L27+L28+L29



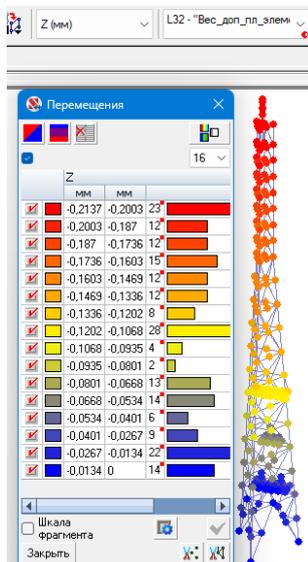
Загрузка 30 Вес_оборудования



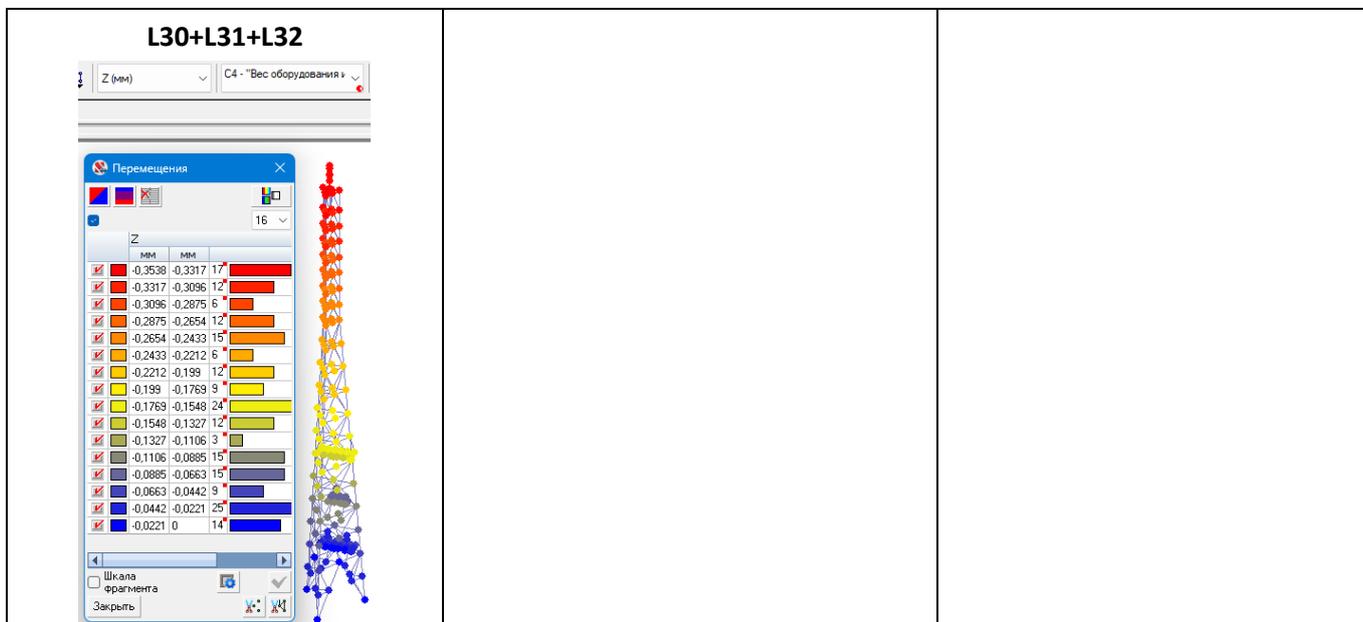
Загрузка 31 Вес_доп_пл_ощ



Загрузка 32 Вес_доп_пл_элемент



Комбинация вес оборудования и дополнительных площадей



2.1.6 Результаты расчета по загрузкам после объединения нагрузки в одно загрузение

Модель «2.1 объединение нагрузок.spr»

Настройки:

Кэф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Кэф. надежности 1,4	Кэф. надежности 1,8	Кэф. надежности 1,1	Кэф. надежности 1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузение i

Задать гололедную нагрузку на узлы секций i

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ
СОХРАНИТЬ

Суммарные нагрузки из протокола расчета

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

22:01:37	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0
12- 2	0	0	0	0	0	0
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0

13-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-		2.69365e-06	0	2.89483	-6.05517e-05	0.000624066	0
16-		-2.86026e-06	4.5666	-0.0154871	0	0	0
17-		-4.52499e-06	6.28043	-0.0258245	0	0	0
18-		0	0	0.38742	0	0	0
19-		0	0	0.351	0	0	0
20-		0	0	1.94411	0	0	0

Сумма гололедных нагрузок по 15-19 загрузкам из п. 2.1.5

$1,82232+7,41096 \cdot 10^{-2}+0,444092+0,3343+0,22001=2,894832$ (по загрузке 15 также 2,89483).

Сумма нагрузок ветер при гололеде по 20-24 загрузкам из п. 2.1.5

$1,6451+0,294199+1,60936+0,816845+0,201088=4,566592$ (по загрузке 16 также 4,5666).

Сумма ветровых нагрузок по 25-29 загрузкам из п. 2.1.5

$2,709+0,32311+1,77357+1,15863+0,316123=6,28043$ (по загрузке 17 также 6,28043).

Суммарные нагрузки по загрузкам 18, 19, 20 соответствуют суммарным нагрузкам из протокола в 2.1.5.

<p>Загрузка 15 Гололед</p>	<p>Загрузка 16 Ветер_с_гололедом_по_Y</p>	<p>Загрузка 17 Ветер_по_Y</p>
<p>Для сравнения с загрузкой 15 Комбинация из 2.1.5 весь гололед L15+L16+L17+L18+L19</p>	<p>Для сравнения с загрузкой 16 Комбинация из 2.1.5 весь ветер с гололедом L20+L21+L22+L23+L24</p>	<p>Для сравнения с загрузкой 17 Комбинация из 2.1.5 весь ветер L25+L26+L27+L28+L29 из 2.1.5</p>

2.1.7 Результаты расчета по загрузкам при объединении нагрузки в одно загрузку плюс задание гололедной на узлы секций

Модель «2.1 сведение нагрузок плюс гололед в узлы.spr»

Настройки:

Коэф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Коэф. надежности 1,4	Коэф. надежности 1,8	Коэф. надежности 1,1	Коэф. надежности 1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузку i

Задать гололедную нагрузку на узлы секций i

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ
СОХРАНИТЬ

Суммарные нагрузки из протокола расчета

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

22:01:37	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0
12- 2	0	0	0	0	0	0
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-	2.69365e-06	0	2.89483	-6.05517e-05	0.000624066	0
16-	-2.86026e-06	4.5666	-0.0154871	0	0	0
17-	-4.52499e-06	6.28043	-0.0258245	0	0	0
18-	0	0	0.38742	0	0	0
19-	0	0	0.351	0	0	0
20-	0	0	1.94411	0	0	0

Сумма гололедных нагрузок по 15-19 загрузкам из п. 2.1.5

$1,82232+7,41096*10^{-2}+0,444092+0,3343+0,22001=2,894832$ (по загрузке 15 также 2,8943).

Сумма нагрузок ветер при гололеде по 20-24 загрузкам из п. 2.1.5

$1,6451+0,294199+1,60936+0,816845+0,201088=4,566592$ (по загрузке 16 также 4,5666).

Сумма ветровых нагрузок по 25-29 загрузкам из п. 2.1.5

$2,709+0,32311+1,77357+1,15863+0,316123=6,28043$ (по загрузке 17 также 6,28043).

Суммарные нагрузки по загрузкам 18, 19, 20 соответствуют суммарным нагрузкам из протокола в 2.1.5.

2.1.8 Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении.

Файл «2.1 ветер при гололеде без учета обледенения.sprg»

Настройки:

Кэф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Кэф. надежности 1,4	Кэф. надежности 1,8	Кэф. надежности 1,1	Кэф. надежности 1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузение

Задать гололедную нагрузку на узлы секций

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ СОХРАНИТЬ

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

22:25:16	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0
12- 2	0	0	0	0	0	0
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0

14-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-		0	0	1.82232	-3.01707e-05	0.000624073	0
16-		0	0	0.0741096	0	0	0
17-		0	0	0.444092	0	0	0
18-		0	0	0.3343	0	0	0
19-		2.69365e-06	0	0.222001	-3.0381e-05	0	0
20-		0	1.6254	0	0	0	0
21-		0	0.193866	0	0	0	0
22-		0	1.06414	0	0	0	0
23-		0	0.695177	0	0	0	0
24-		-2.715e-06	0.189674	-0.0154947	0	0	0
25-		0	2.709	0	0	0	0
26-		0	0.32311	0	0	0	0
27-		0	1.77357	0	0	0	0
28-		0	1.15863	0	0	0	0
29-		-4.52499e-06	0.316123	-0.0258245	0	0	0
30-		0	0	0.38742	0	0	0
31-		0	0	0.351	0	0	0
32-		0	0	1.94411	0	0	0

Сравнение отношения суммарных нагрузок для ветра с гололедом к ветру без гололеда (должно быть 0,6):

- № 20/№ 25 = 1,6254/2,709=0,600;
- № 21/№ 26 = 0,193866/0,32311 = 0,600;
- № 22/№ 27 = 1,06414/1,77357 = 0,600;
- № 23/№ 28 = 0,695177/1,15863 = 0,600;
- № 24/№ 29 = 0,189674/0,316123 = 0,600.

Для информации сравнение с протоколом в п. 2.1.5 (площадь проекции с учетом гололеда)

- № 20(2.1.5)/№ 20 = 1,6451/1,6254=1,012;
- № 21(2.1.5)/№ 21 = 0,294199/0,193866 = 1,518;
- № 22(2.1.5)/№ 22 = 1,60936/1,06414 = 1,512;
- № 23(2.1.5)/№ 23 = 0,816845/0,695177 = 1,175;
- № 24(2.1.5)/№ 24 = 0,201088/0,189674 = 1,060.

2.1.9 Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении при задании гололедной нагрузки в узлы секций

Файл «2.1 ветер при гололеде без учета обледенения сведение в узлы.spr»

Настройки:

Козф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Козф. надежности	Козф. надежности	Козф. надежности	Козф. надежности
1,4	1,8	1,1	1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузие i

Задать гололедную нагрузку на узлы секций i

Трассировка:

Создать Excel таблицы

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

22:29:16	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0

10-	1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10-	2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12-	1	0	2.33602	0	0	0	0
12-	2	0	0	0	0	0	0
12-	3	0	0.392363	0	0	0	0
13-	1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13-	2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-		0	0	1.82232	0	0	0
16-		0	0	0.0741096	0	0	0
17-		0	0	0.444092	0	0	0
18-		0	0	0.3343	0	0	0
19-		2.69365e-06	0	0.22001	-3.0381e-05	0	0
20-		0	1.6254	0	0	0	0
21-		0	0.193866	0	0	0	0
22-		0	1.06414	0	0	0	0
23-		0	0.695177	0	0	0	0
24-		-2.715e-06	0.189674	-0.0154947	0	0	0
25-		0	2.709	0	0	0	0
26-		0	0.32311	0	0	0	0
27-		0	1.77357	0	0	0	0
28-		0	1.15863	0	0	0	0
29-		-4.52499e-06	0.316123	-0.0258245	0	0	0
30-		0	0	0.38742	0	0	0
31-		0	0	0.351	0	0	0
32-		0	0	1.94411	0	0	0

Результаты совпадают с п. 2.1.8.

2.1.10 Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении при задании гололедной нагрузки в узлы секций плюс объединение нагрузок в одно загрузение

Файл «2.1 ветер при гол без учета облед + свед в узлы + объед в одно загр.spr».

Настройки:

Кэф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Кэф. надежности	Кэф. надежности	Кэф. надежности	Кэф. надежности
1,4	1,8	1,1	1,05

Загрузки:

- Объединить нагрузки в одно загрузение i
- Задать гололедную нагрузку на узлы секций i

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ
СОХРАНИТЬ

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

22:34:21	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0

9-	3	0	0.392363	0	0	0	0
10-	1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10-	2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12-	1	0	2.33602	0	0	0	0
12-	2	0	0	0	0	0	0
12-	3	0	0.392363	0	0	0	0
13-	1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13-	2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-		2.69365e-06	0	2.89483	-3.0381e-05	0	0
16-		-2.715e-06	3.76826	-0.0154947	0	0	0
17-		-4.52499e-06	6.28043	-0.0258245	0	0	0
18-		0	0	0.38742	0	0	0
19-		0	0	0.351	0	0	0
20-		0	0	1.94411	0	0	0

Сравнение отношения суммарных нагрузок для ветра с гололедом к ветру без гололеда (должно быть 0,6):

- № 16/№ 17 = 3,76826/6,28043 = 0,600.

2.1.11 Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении при задании гололедной нагрузки в узлы секций плюс объединение нагрузок в одно загрузжение + экстремальный гололед. Ветер по X и Y.

Информация

Воздействия

Жесткости/Элем. ⚠

Секции

Оборудование

Сечение башни по табл. В.9. СП 20.13330.2016

Воздействия

Настройки ветровой нагрузки

Ветровой район: I w0=230 Н/м2

Тип местности: A

Начало отчета, метры: 0,000

Козф. неучтенности: 1,050

Направление ветра: X и Y

Общая расчетная высота: 70 м.

Настройки гололедной нагрузки

Включить гололедные нагрузки

Учесть увеличение размеров элементов

Гололедный район, h<100м: I bi10=3 мм

Козф. неучтенности: 1,200

μ2 для эл-тов сечением не более 300 мм: 0,600

μ2 для эл-тов сечением более 300 мм: 1,000

Начало отчета, метры: 0,000

Козф. сочетания для ветра с учетом гололеда: 0,600

Козф. надежности экстрем. нагрузки: 1,250

Общая расчетная высота: 70 м.

СОЗДАТЬ ЗАКРЫТЬ

Настройки:

Козф. воздействия:

Ветер

Козф. надежности
1,400

Гололед

Козф. надежности
1,800

Оборудование

Козф. надежности
1,100

Доп. площади

Козф. надежности
1,050

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузение



Задать гололедную нагрузку на узлы секций



Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ

СОХРАНИТЬ

Файл «2.1 ветер при гололеде без учета обледенения сведение в узлы плюс объединение в одно загрузение + экстремальный гололед ветер X и Y.sprg».

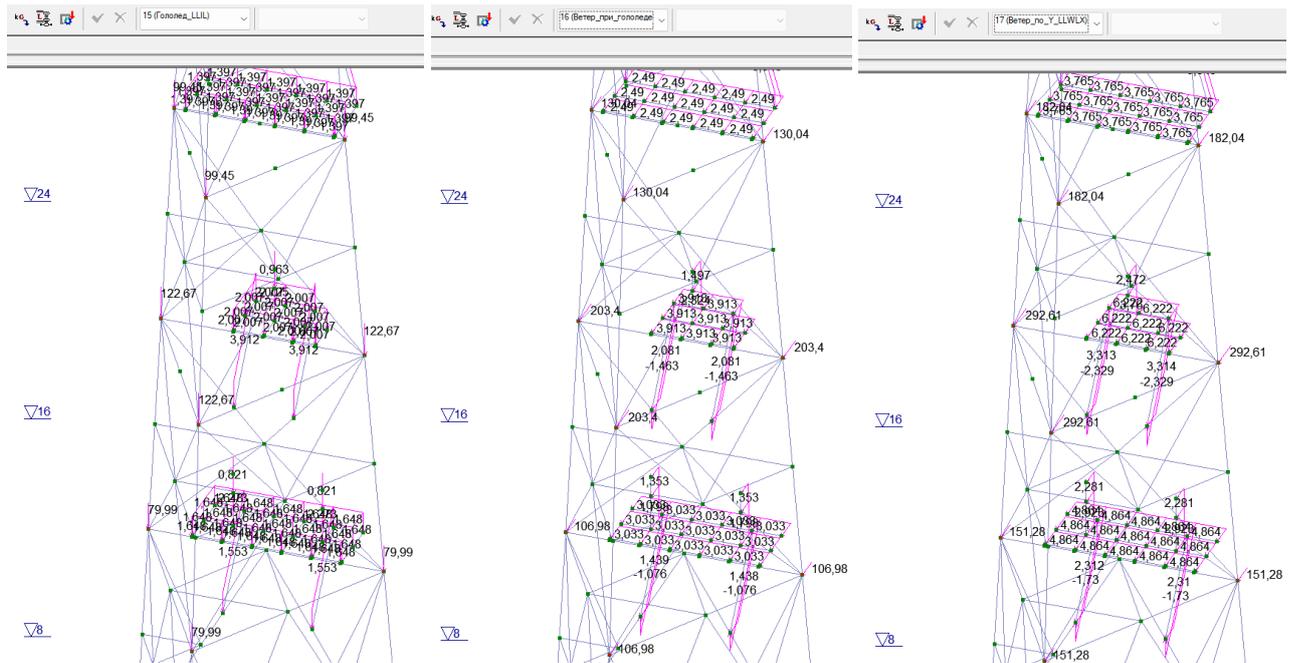
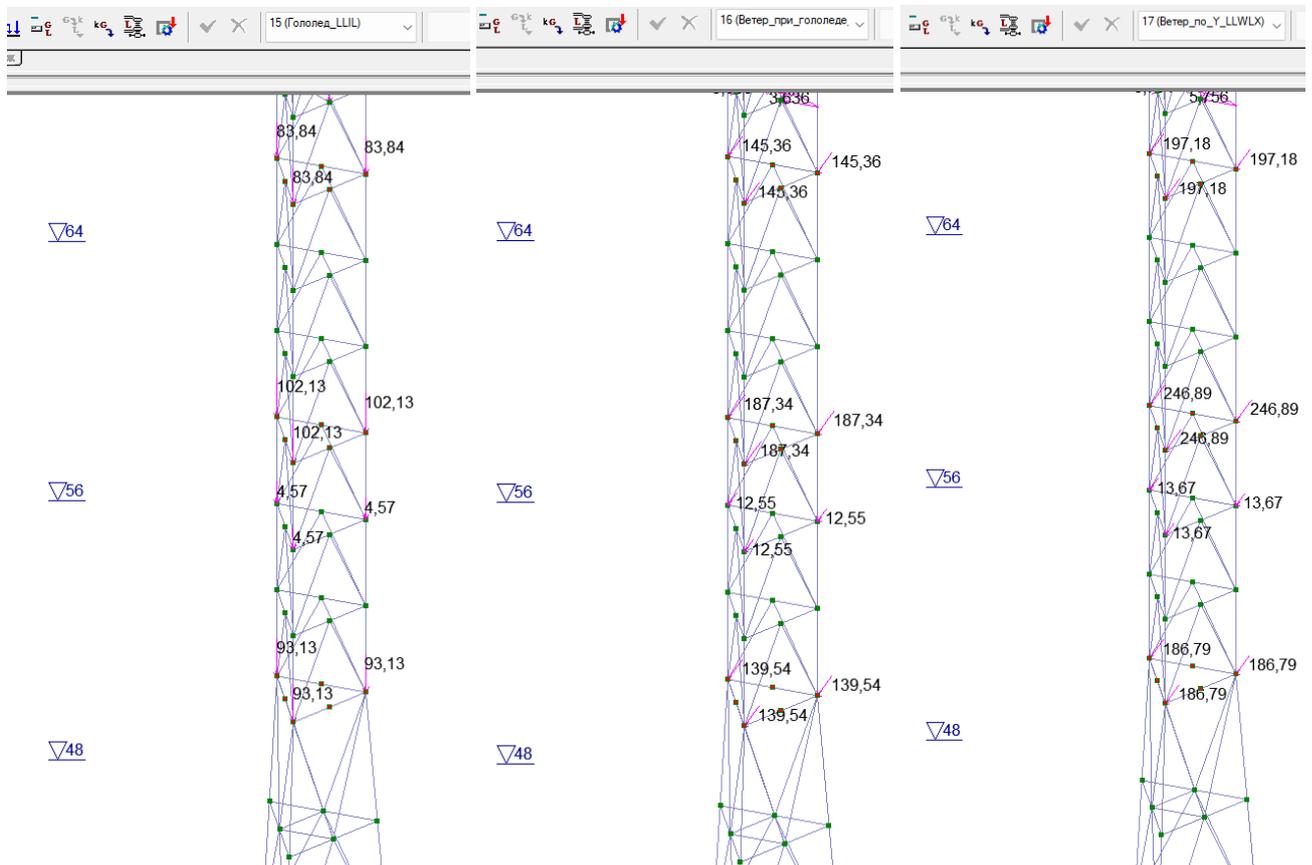
Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

12:18:31	X	Y	Z	UX	UY	UZ	
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0	
2-	0	0	1.473	0	0	0	
3-	0	5.117	0	0	0	0	
4-	4.434	2.561	0	0	0	0	
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0	
6-	0	-5.117	0	0	0	0	
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0	
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0	
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0	
9- 2	0	0	0	0	0	0	
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0	
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0	
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0	
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0	
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0	
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0	
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0	
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0	
12- 2	0	0	0	0	0	0	
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0	
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0	
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0	
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0	
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0	
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0	
14- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0	
15-	2.69365e-06	0	2.89483	-3.0381e-05	0	0	
16-	3.36706e-06	0	3.61854	-3.79762e-05	0	0	
17-	3.77556	1.56717e-06	2.57865e-06	0	0	3.88495e-05	
18-	-2.715e-06	3.76826	-0.0154947	0	0	0	
19-	6.2926	2.61196e-06	3.89625e-06	0	0	6.47491e-05	
20-	-4.52499e-06	6.28043	-0.0258245	0	0	0	
21-	0	0	0.38742	0	0	0	
22-	0	0	0.351	0	0	0	
23-	0	0	1.94411	0	0	0	

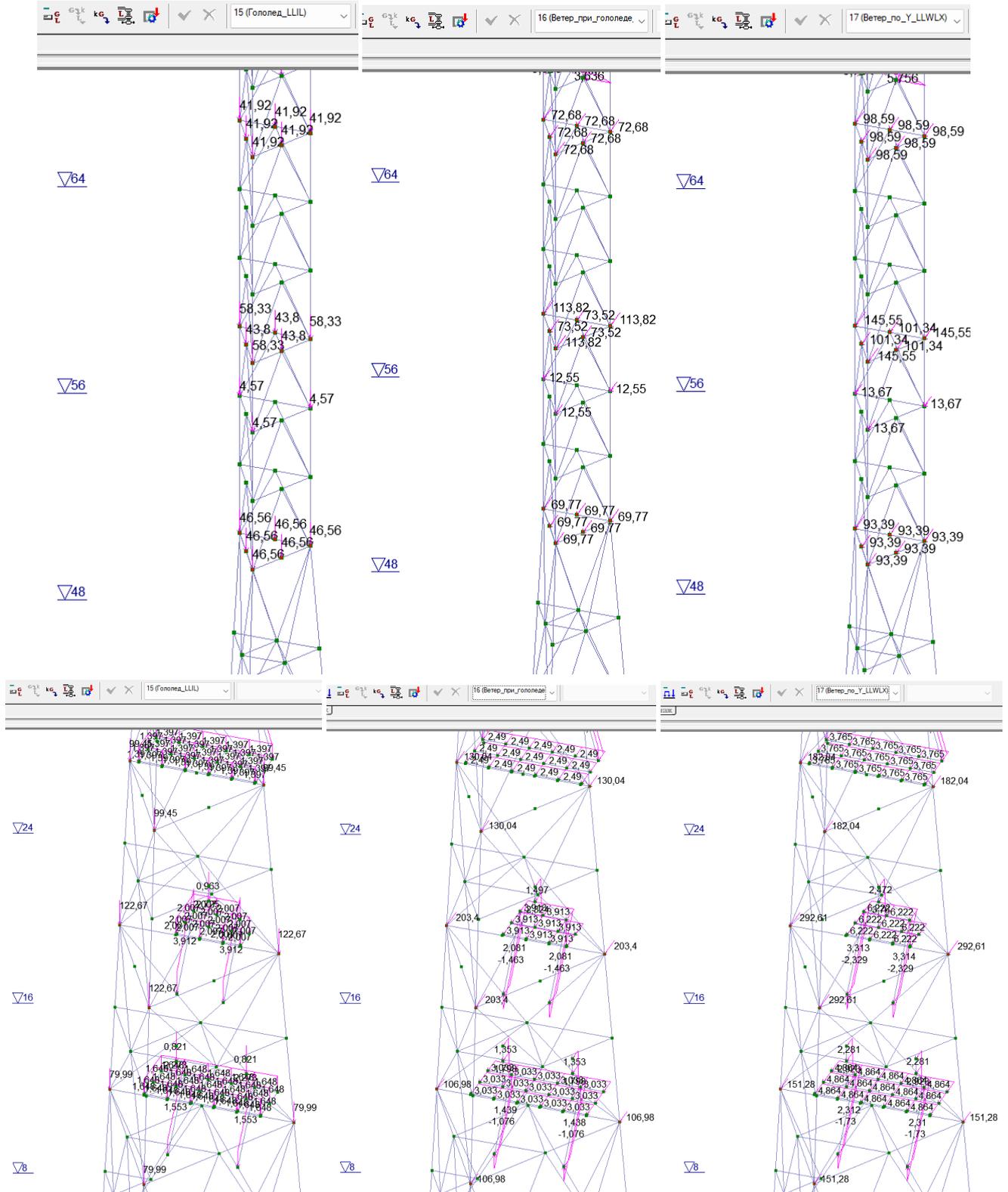
Сумма нагрузок для экстремального гололеда в загрузении 16 в $3,61854/2,89483=1,25$ раза больше, чем по загрузению 15.

2.1.12 Результаты при сведении в узлы группы (LLTN)

Результаты без использования (LLTN)



Результаты с использованием (LLTN)



На отметке Z=48 м

Загружение 15 Гололед:

- без использования группы (LLTN) $93,13 \cdot 3 = 279,39$;
- с использованием группы (LLTN) $46,56 \cdot 6 = 279,36$.

Загружение 16 Ветер при гололеде:

- без использования группы (LLTN) $139,54 \cdot 3 = 418,62$;
- с использованием группы (LLTN) $69,77 \cdot 6 = 418,62$.

Загружение 17 Ветер:

- без использования группы (LLTN) $186,79 \cdot 3 = 560,37$;
- с использованием группы (LLTN) $93,39 \cdot 6 = 560,34$.

На отметке Z=56 м

Загружение 15 Гололед:

- без использования группы (LLTN) $102,13 \cdot 3 = 306,39$;
- с использованием группы (LLTN) $58,33 \cdot 3 + 43,8 \cdot 3 = 306,39$.

Загружение 16 Ветер при гололеде:

- без использования группы (LLTN) $187,34 \cdot 3 = 562,02$;
- с использованием группы (LLTN) $113,82 \cdot 3 + 73,52 \cdot 3 = 562,02$.

Загружение 17 Ветер:

- без использования группы (LLTN) $246,89 \cdot 3 = 740,67$;
- с использованием группы (LLTN) $145,55 \cdot 3 + 101,34 \cdot 3 = 740,67$.

На отметке Z=64 м

Загружение 15 Гололед:

- без использования группы (LLTN) $83,84 \cdot 3 = 251,52$;
- с использованием группы (LLTN) $41,92 \cdot 6 = 251,52$.

Загружение 16 Ветер при гололеде:

- без использования группы (LLTN) $145,36 \cdot 3 = 436,08$;
- с использованием группы (LLTN) $72,68 \cdot 6 = 436,08$.

Загружение 17 Ветер:

- без использования группы (LLTN) $197,18 \cdot 3 = 591,54$;
- с использованием группы (LLTN) $98,59 \cdot 6 = 591,54$.

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

22:30:59	X	Y	Z	UX	UY	UZ	
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649		0
2-	0	0	1.473	0	0	0	
3-	0	5.117	0	0	0	0	
4-	4.434	2.561	0	0	0	0	
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0	
6-	0	-5.117	0	0	0	0	
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0	
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0	
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0	
9- 2	0	0	0	0	0	0	
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0	
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0	
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0	
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0	
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0	
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0	
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0	
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0	
12- 2	0	0	0	0	0	0	
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0	
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0	
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0	
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0	
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0	
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0	
14- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0	
15-	2.69365e-06	0	2.89483	-3.0381e-05	0	0	0
16-	-2.86026e-06	4.5666	-0.0154871	0	0	0	0
17-	-4.52499e-06	6.28043	-0.0258245	0	0	0	0
18-	0	0	0.38742	0	0	0	
19-	0	0	0.351	0	0	0	
20-	0	0	1.94411	0	0	0	

Результаты совпадают с п. 2.1.7.

2.2 Трехгранная башня. Режим задания нагрузок для режима «Любая стержневая модель по ф. (В.4) СП 20.13330.2016»

2.2.1 Ветровые и гололедные нагрузки на ствол

Ветровая нагрузка без гололеда

Тесты ветровых нагрузок приведены в папке «2.2 Ветровые нагрузки по формуле В.4» для моделей «Тест1_Ёж.SPR» и «Тест2_Башня.spr» в файлах:

- Прямой тест.sm (программа Smath Studio);
- Прямой тест.pdf;
- Обратный тест.sm (программа Smath Studio);
- Обратный тест.pdf.

2.2.2 Результаты расчета по загрузениям

Модель «2.2.spr».

Исходные данные были заданы такими же как в п. 2.1

Настройки:

Кэф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Кэф. надежности	Кэф. надежности	Кэф. надежности	Кэф. надежности
1,4	1,8	1,1	1,05

Загружения:

Объединить нагрузки в одно загружение 

Способ задания нагрузки:

На элементы секции 

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ **СОХРАНИТЬ**

Суммарные нагрузки из протокола расчета

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

22:46:40	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0
12- 2	0	0	0	0	0	0
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-	0	0	1.82232	0	0	0

16-	0	0	0.0741096	0	0	0
17-	0	0	0.444092	0	0	0
18-	0	0	0.3343	0	0	0
19-	2.69365e-06	0	0.22001	-3.0381e-05	0	0
20-	0	1.83136	0.00201077	0	0	0
21-	0	0.294199	0	0	0	0
22-	0	1.60936	0	0	0	0
23-	0	0.816845	0	0	0	0
24-	-2.86026e-06	0.201088	-0.0154871	0	0	0
25-	0	3.00166	0.00323421	0	0	0
26-	0	0.32311	0	0	0	0
27-	0	1.77357	0	0	0	0
28-	0	1.15863	0	0	0	0
29-	-4.52499e-06	0.316123	-0.0258245	0	0	0
30-	0	0	0.38742	0	0	0
31-	0	0	0.351	0	0	0
32-	0	0	1.94411	0	0	0

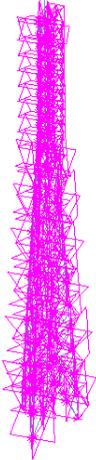
Отношение суммы ветровых нагрузок на ствол при гололеде для загрузки 20 к сумме из 2.1.5 - 1,83136/1,6451=1,11, что примерно и должно быть без учета затенения.

Отношение суммы ветровых нагрузок на ствол для загрузки 25 к сумме из 2.1.5 – 3,00166/2,709=1,11, что примерно и должно быть без учета затенения.

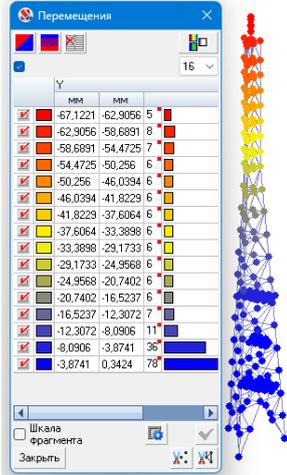
Остальные суммы нагрузок такие же как в 2.1.5.

Сумма нагрузок по X равна нулю (для загрузок 19, 24, 29 практически равна нулю), что также свидетельствует о корректности реализации приложения нагрузок.

Загрузка 25 Ветер_по_Y



Загрузка 25 Ветер_по_Y

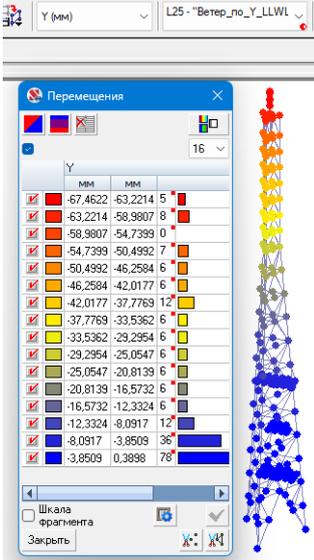


Y	мм	мм
67.1221	-62.9056	5
62.9056	-58.6891	8
58.6891	-54.4725	7
54.4725	-50.256	6
50.256	-46.0394	6
46.0394	-41.8229	6
41.8229	-37.6064	6
37.6064	-33.3898	6
33.3898	-29.1733	6
29.1733	-24.9568	6
24.9568	-20.7402	6
20.7402	-16.5237	6
16.5237	-12.3072	7
12.3072	-8.0906	11
8.0906	-3.8741	36
3.8741	0.3424	78

$67,1221/67,4622=0,99$

В данном случае даже чуть меньше, поскольку нагрузки приведены не в узлы секции, а по элементам

Загрузка 25 Ветер_по_Y из п. 2.1.5



Y	мм	мм
67.4622	-63.2214	5
63.2214	-58.9807	8
58.9807	-54.7399	0
54.7399	-50.4992	7
50.4992	-46.2584	6
46.2584	-42.0177	6
42.0177	-37.7769	12
37.7769	-33.5362	6
33.5362	-29.2954	6
29.2954	-25.0547	6
25.0547	-20.8139	6
20.8139	-16.5732	6
16.5732	-12.3324	6
12.3324	-8.0917	12
8.0917	-3.8509	36
3.8509	0.3898	78

2.2.3 Результаты расчета по загрузкам при задании нагрузки на узлы воздействия секции

Модель «2.2 сведение в узлы.spr».

Исходные данные были заданы такими же как в п. 2.1

Настройки:

Коэф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Коэф. надежности 1,4	Коэф. надежности 1,8	Коэф. надежности 1,1	Коэф. надежности 1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузие i

Способ задания нагрузки:

На узлы воздействия секции ▼

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ
СОХРАНИТЬ

Суммарные нагрузки из протокола расчета

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

23:00:49	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0
12- 2	0	0	0	0	0	0
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-	0	0	1.82232	0	0	0
16-	0	0	0.0741096	0	0	0
17-	0	0	0.444092	0	0	0
18-	0	0	0.3343	0	0	0
19-	2.69365e-06	0	0.22001	-3.0381e-05	0	0
20-	0	1.83136	0.00201077	0	0	0
21-	0	0.294199	0	0	0	0
22-	0	1.60936	0	0	0	0
23-	0	0.816845	0	0	0	0
24-	-2.86026e-06	0.201088	-0.0154871	0	0	0
25-	0	3.00166	0.00323421	0	0	0
26-	0	0.32311	0	0	0	0
27-	0	1.77357	0	0	0	0
28-	0	1.15863	0	0	0	0
29-	-4.52499e-06	0.316123	-0.0258245	0	0	0
30-	0	0	0.38742	0	0	0
31-	0	0	0.351	0	0	0
32-	0	0	1.94411	0	0	0

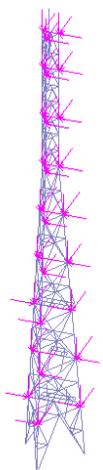
Отношение суммы ветровых нагрузок на ствол при гололеде для загрузки 20 к сумме из п. 2.1.5 - 1,83136/1,6451=1,11, что примерно и должно быть без учета затенения.

Отношение суммы ветровых нагрузок на ствол для загрузки 25 к сумме из п. 2.1.5 – 3,00166/2,709=1,11, что примерно и должно быть без учета затенения.

Сумма нагрузок по X равна нулю (для загрузок 19, 24, 29 практически равна нулю), что также свидетельствует о корректности реализации приложения нагрузок.

Загрузка 25 Ветер_по_Y

L25 - "Ветер_по_Y_LLWL"



Загрузка 25 Ветер_по_Y

Y (мм) L25 - "Ветер_по_Y_LLWL" 1

Y	мм	мм	
✓	-82,3748	-77,195	4
✓	-77,195	-72,0152	9
✓	-72,0152	-66,8354	0
✓	-66,8354	-61,6557	7
✓	-61,6557	-56,4759	6
✓	-56,4759	-51,2961	6
✓	-51,2961	-46,1163	6
✓	-46,1163	-40,9365	6
✓	-40,9365	-35,7567	12
✓	-35,7567	-30,5769	6
✓	-30,5769	-25,3971	6
✓	-25,3971	-20,2173	6
✓	-20,2173	-15,0375	6
✓	-15,0375	-9,8577	12
✓	-9,8577	-4,6779	36
✓	-4,6779	0,5019	78

82,3748/67,4622=1,22

Загрузка 25 Ветер_по_Y из п. 2.1.5

Y (мм) L25 - "Ветер_по_Y_LLWL"

Y	мм	мм	
✓	-67,4622	-63,2214	5
✓	-63,2214	-58,9807	8
✓	-58,9807	-54,7399	0
✓	-54,7399	-50,4992	7
✓	-50,4992	-46,2584	6
✓	-46,2584	-42,0177	6
✓	-42,0177	-37,7769	12
✓	-37,7769	-33,5362	6
✓	-33,5362	-29,2954	6
✓	-29,2954	-25,0547	6
✓	-25,0547	-20,8139	6
✓	-20,8139	-16,5732	6
✓	-16,5732	-12,3324	6
✓	-12,3324	-8,0917	12
✓	-8,0917	-3,8509	36
✓	-3,8509	0,3898	78

2.2.4 Результаты расчета по загрузкам при объединении нагрузки в одно загрузку

Модель «2.2 объединение нагрузок.spr».

Настройки:

Коеф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Коеф. надежности 1,4	Коеф. надежности 1,8	Коеф. надежности 1,1	Коеф. надежности 1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузку i

Способ задания нагрузки:

На элементы секции

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ

СОХРАНИТЬ

Суммарные нагрузки из протокола расчета

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

23:11:15	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0

9-	2	0	0	0	0	0	0
9-	3	0	0.392363	0	0	0	0
10-	1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10-	2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12-	1	0	2.33602	0	0	0	0
12-	2	0	0	0	0	0	0
12-	3	0	0.392363	0	0	0	0
13-	1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13-	2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13-	3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14-	1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14-	2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14-	3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-		2.69365e-06	0	2.89483	-6.05517e-05	0.000624066	0
16-		-2.97973e-06	4.75285	-0.0134763	0.000219461	0	-0.000633223
17-		-4.76354e-06	6.5731	-0.0225903	0.000255742	0	-0.000996521
18-		0	0	0.38742	0	0	0
19-		0	0	0.351	0	0	0
20-		0	0	1.94411	0	0	0

Сумма гололедных нагрузок по 15-19 загрузкам из п. 2.2.2.

$1,82232+7,41096 \cdot 10^{-2}+0,444092+0,3343+0,22001=2,894832$ (по загрузке 15 также 2,82079).

Сумма нагрузок ветер при гололеде по 20-24 загрузкам из п. 2.2.2.

$1,83136+0,294199+1,60936+0,816845+0,201088=4,752852$ (по загрузке 16 также 4,75285).

Сумма ветровых нагрузок по 25-29 загрузкам из п. 2.2.2.

$3,00166+0,32311+1,77357+1,15863+0,316123=6,57309$ (по загрузке 17 также 6,5731).

Суммарные нагрузки по загрузкам 18, 19, 20 соответствуют суммарным нагрузкам из протокола в 2.1.5.

2.2.5 Результаты расчета по загрузкам при объединении нагрузки в одно загрузку плюс задание нагрузки на узлы воздействия секции

Модель «2.2 объединение нагрузок + сведения в узлы.spr».

Настройки:

Кэф. воздействия:

Ветер	Гололед	Оборудование	Доп. площади
Кэф. надежности	Кэф. надежности	Кэф. надежности	Кэф. надежности
1,4	1,8	1,1	1,05

Загрузки:

Объединить нагрузки в одно загрузку i

Способ задания нагрузки:

На узлы воздействия секции ▼

Трассировка:

Создать Excel таблицы

ЗАКРЫТЬ
СОХРАНИТЬ

Суммарные нагрузки из протокола расчета

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

23:23:12	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0

7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0
12- 2	0	0	0	0	0	0
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-	2.69365e-06	0	2.89483	-3.0381e-05	0	0
16-	-2.83547e-06	4.75285	-0.0134763	0	0	0
17-	-4.50313e-06	6.5731	-0.0225903	0	0	0
18-	0	0	0.38742	0	0	0
19-	0	0	0.351	0	0	0
20-	0	0	1.94411	0	0	0

Суммарные нагрузки соответствуют 2.2.4.

2.2.6 Результаты расчета при определении ветровой с гололедом без учета увеличения размеров проекции элементов при обледенении по загрузкам при объединении нагрузки в одно нагружение плюс задание нагрузки на узлы воздействия секции

Модель «2.2 объем нагрузок + сведение в узлы.sprg».

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

23:29:36	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0
12- 2	0	0	0	0	0	0
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-	2.69365e-06	0	2.89483	-3.0381e-05	0	0
16-	-2.70188e-06	3.94386	-0.0135542	0	0	0
17-	-4.50313e-06	6.5731	-0.0225903	0	0	0
18-	0	0	0.38742	0	0	0
19-	0	0	0.351	0	0	0
20-	0	0	1.94411	0	0	0

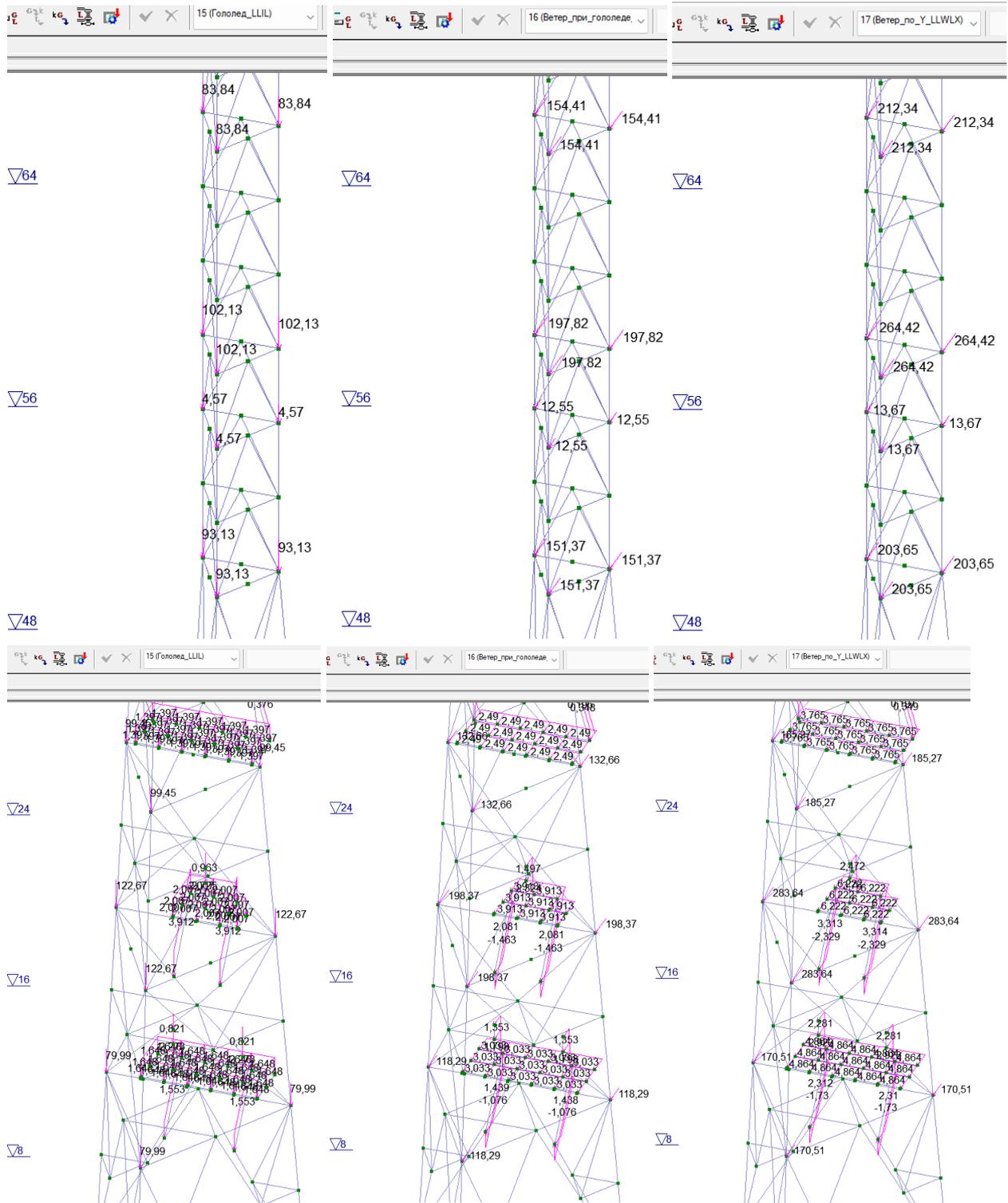
Сравнение отношения суммарных нагрузок для ветра с гололедом к ветру без гололеда (должно быть 0,6):

- № 16/№ 17 = $3,94386/6,5731 = 0,600$.

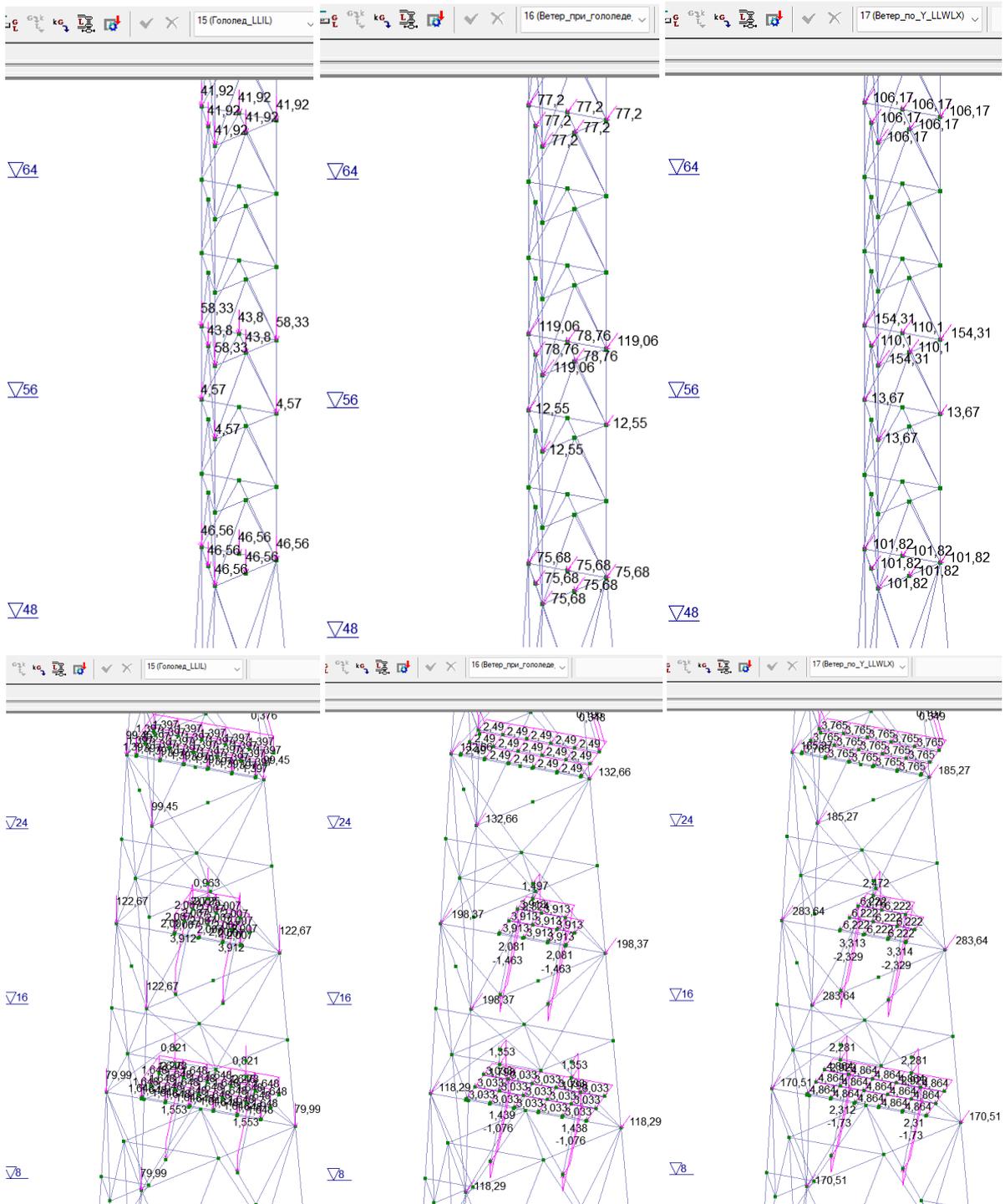
2.2.7 Результаты при сведении в узлы группы (LLTN)

Модель «2.2 - тест использования группы (LLTN).spr»

Результаты без использования (LLTN)



Результаты с использованием (LLTN)



На отметке Z=48 м

Загружение 15 Гололед:

- без использования группы (LLTN) $93,13 \cdot 3 = 279,39$;
- с использованием группы (LLTN) $46,56 \cdot 6 = 279,36$.

Загружение 16 Ветер при гололеде:

- без использования группы (LLTN) $151,37 \cdot 3 = 454,11$;
- с использованием группы (LLTN) $75,68 \cdot 6 = 454,08$.

Загружение 17 Ветер:

- без использования группы (LLTN) $203,65 \cdot 3 = 610,95$;
- с использованием группы (LLTN) $101,82 \cdot 6 = 610,92$.

На отметке Z=56 м

Загружение 15 Гололед:

- без использования группы (LLTN) $102,13 \cdot 3 = 306,39$;

- с использованием группы (LLTN) $58,33*3+43,8*3=306,39$ (разные нагрузки в узлы из-за оборудования).

Загрузка 16 Ветер при гололеде:

- без использования группы (LLTN) $197,82*3=593,46$;
- с использованием группы (LLTN) $119,06*3+78,76*3=593,46$ (разные нагрузки в узлы из-за оборудования).

Загрузка 17 Ветер:

- без использования группы (LLTN) $264,42*3=793,26$;
- с использованием группы (LLTN) $154,31*3+110,1*3=793,23$ (разные нагрузки в узлы из-за оборудования).

На отметке Z=64 м

Загрузка 15 Гололед:

- без использования группы (LLTN) $83,84*3=251,52$;
- с использованием группы (LLTN) $41,92*6=251,52$.

Загрузка 16 Ветер при гололеде:

- без использования группы (LLTN) $154,41*3=463,23$;
- с использованием группы (LLTN) $77,2*6=463,2$.

Загрузка 17 Ветер:

- без использования группы (LLTN) $212,34*3=637,02$;
- с использованием группы (LLTN) $106,17*6=637,02$.

Суммарные внешние нагрузки (Т, Тм)

22:23:42	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	5.55337e-05	0	27.7341	-0.000324757	0.0083649	0
2-	0	0	1.473	0	0	0
3-	0	5.117	0	0	0	0
4-	4.434	2.561	0	0	0	0
5-	4.434	-2.561	0	0	0	0
6-	0	-5.117	0	0	0	0
7-	-4.434	-2.561	0	0	0	0
8-	-4.434	2.561	0	0	0	0
9- 1	0	2.33602	0	0	0	0
9- 2	0	0	0	0	0	0
9- 3	0	0.392363	0	0	0	0
10- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
10- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
10- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
11- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
11- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
11- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
12- 1	0	2.33602	0	0	0	0
12- 2	0	0	0	0	0	0
12- 3	0	0.392363	0	0	0	0
13- 1	2.02685	1.1702	0	0	0	0
13- 2	-0.00199202	0.00345028	0	0	0	0
13- 3	0.111951	0.0647391	0	0	0	0
14- 1	2.0276	-1.17063	0	0	0	0
14- 2	0.00199039	0.00344746	0	0	0	0
14- 3	-0.0611706	0.0354404	0	0	0	0
15-	2.69365e-06	0	2.89483	-3.0381e-05	0	0
16-	-2.83547e-06	4.75285	-0.0134763	0	0	0
17-	-4.50313e-06	6.5731	-0.0225903	0	0	0
18-	0	0	0.38742	0	0	0
19-	0	0	0.351	0	0	0
20-	0	0	1.94411	0	0	0

Суммарные нагрузки соответствуют 2.2.4.

2.3 Четырехгранная башня, нагрузка на ствол с формой контура поперечного сечения по табл. В.9 по формуле (В.7)

Исходная модель «2.3 Четырехгранная башня В.9исх.sprg»

2.3.1 Ветровые и гололедные нагрузки на ствол

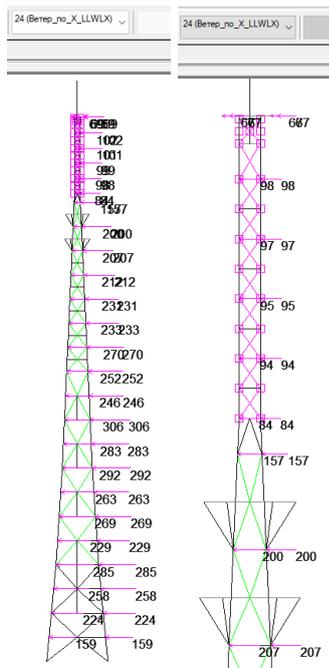
Номер	Имя	Проекция сечения, м.	Периметр сечения, м.	Аэродин. коэф.	Труба	Шероховатость поверхности, м.	Шероховатость поверхности гололеда, м.
1	Тр.426x14	0,426	1,338	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
2	Тр.325x16	0,325	1,021	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
3	Тр.273x13	0,273	0,858	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
4	Тр.245x12	0,245	0,77	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
5	Тр.168x11	0,168	0,528	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
6	О42	0,042	0,132	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
7	О36	0,036	0,113	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
8	Т90x6	0,09	0,572	1,4	Нет	2Е-05	2Е-05
9	О28	0,028	0,088	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
10	Тр.219x8	0,219	0,688	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
11	Тр.114x6	0,114	0,358	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
12	Тр.89x5	0,089	0,28	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
13	[14	0,14	0,512	1,4	Нет	2Е-05	2Е-05
14	О22	0,022	0,069	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
15	[14	0,22	0,875	1,4	Нет	2Е-05	2Е-05
17	[14	0,114	0,358	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
18	[14	0,16	0,482	1,4	Нет	2Е-05	2Е-05
19	[14	0,14	1,024	1,4	Нет	2Е-05	2Е-05
20		0,273	0,858	1,4	Да	2Е-05	2Е-05
24		0,028	0,088	1,4	Да	2Е-05	2Е-05

Для направления X k1=1,2 принят условно

Сравнение результатов расчета РешК с результатами пользователя

№ Сек.	$C_x = \sum A_i C_{xi} / A_k$		$\varphi = \sum A_i / A_k$		η		$C_t = C_x(1+\eta)k_1$		Ветровая нагрузка, кг	
	РешК	Тест	РешК	Тест	РешК	Тест	РешК	Тест	РешК	Тест/РешК
1	0,059	0,06	0,116	0,116	0,96	0,962	0,139	0,15	637/4=159	668/637=1,049
2	0,065	0,07	0,124	0,124	0,95	0,951	0,152	0,16	896/4=224	948/896=1,058
3	0,067	0,07	0,12	0,12	0,95	0,956	0,156	0,16	1034/4=259	1066/1034=1,031

4	0,071	0,07	0,126	0,126	0,94	0,947	0,166	0,17	1141/4=285	1170/1141=1,025
5	0,055	0,06	0,088	0,088	0,99	1	0,132	0,14	915/4=229	955/915=1,044
6	0,065	0,07	0,104	0,104	0,98	0,984	0,155	0,16	1077/4=269	1095/1077=1,017
7	0,065	0,07	0,1	0,1	0,99	0,99	0,154	0,16	1051/4=263	1072/1051=1,020
8	0,076	0,08	0,118	0,118	0,96	0,956	0,178	0,18	1167/4=292	1177/1167=1,009
9	0,076	0,08	0,117	0,117	0,96	0,962	0,179	0,18	1132/4=283	1152/1132=1,018
10	0,086	0,09	0,135	0,135	0,93	0,932	0,2	0,2	1223/4=306	1240/1223=1,014
11	0,071	0,07	0,109	0,109	0,97	0,975	0,169	0,17	986/4=247	1022/986=1,037
12	0,078	0,08	0,121	0,121	0,95	0,954	0,182	0,19	1007/4=252	1039/1007=1,032
13	0,091	0,09	0,143	0,143	0,91	0,917	0,21	0,22	1082/4=271	1119/1082=1,034
14	0,085	0,09	0,132	0,132	0,93	0,936	0,196	0,2	932/4=233	969/932=1,040
15	0,094	0,1	0,146	0,146	0,91	0,913	0,215	0,22	923/4=231	960/923=1,040
16	0,097	0,1	0,149	0,149	0,9	0,908	0,222	0,23	846/4=212	873/846=1,032
17	0,112	0,12	0,172	0,172	0,86	0,869	0,251	0,26	828/4=207	854/828=1,031
18	0,135	0,14	0,205	0,205	0,8	0,813	0,291	0,3	800/4=200	827/800=1,034
19	0,133	0,13	0,194	0,194	0,82	0,832	0,29	0,3	629/4=157	638/629=1,014
20	0,262	0,26	0,307	0,307	0,64	0,642	0,515	0,52	337/4=84	339/337=1,006
21	0,18	0,18	0,267	0,267	0,7	0,71	0,368	0,37	376/4=94	381/376=1,013
22	0,18	0,18	0,267	0,267	0,7	0,71	0,369	0,37	381/4=95	386/381=1,013
23	0,181	0,18	0,267	0,267	0,7	0,71	0,369	0,37	387/4=97	391/387=1,010
24	0,181	0,18	0,267	0,267	0,7	0,71	0,37	0,37	392/4=98	396/392=1,010
25	0,239		0,307		0,64		0,47		535/8=67	



Гололедная нагрузка

Элемент № 2] Жесткость стержневых элементов

Общие данные | Параметрические сечения

Способ задания

- Параметрические сечения
- Профили металлопроката
- Численное описание
- Численно-параметрическое описание
- Произвольные сечения
- Переменные сечения
- Сварные сечения
- Холодногнутые профили
- Физическая нелинейность
 - Произвольный
 - Железобетон

Размеры сечений в см

Типы жесткости Все

Сечения	Описание	Имя
1	426 * 39.8	Тр.426x14 ('б':0.426,'сх':1.4,'р':1.338,'рi

Имя типа жесткости Использовать описание в качестве имени Сдвиг

У элемента № 2 для нижнего узла $z=0$, для верхнего узла $z=10$ м, для середины $z=5$ м.

Поскольку $d=426 > 70$ мм, то расчет выполняется по формуле 2.2

По формуле (12.2) СП 20 $i'=5 * 0,8 * 1 * 0,9 * 9,81 = 35,316$ Па

Расчетная нагрузка на элемент $q = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 0,426 * 35,316 = 102,2303$ Н/м

Элемент № 526] Жесткость стержневых элементов

Общие данные | Параметрические сечения

Способ задания

- Параметрические сечения
- Профили металлопроката
- Численное описание
- Численно-параметрическое описание
- Произвольные сечения
- Сварные сечения
- Холодногнутые профили

Размеры сечений в см

Типы жесткости Все

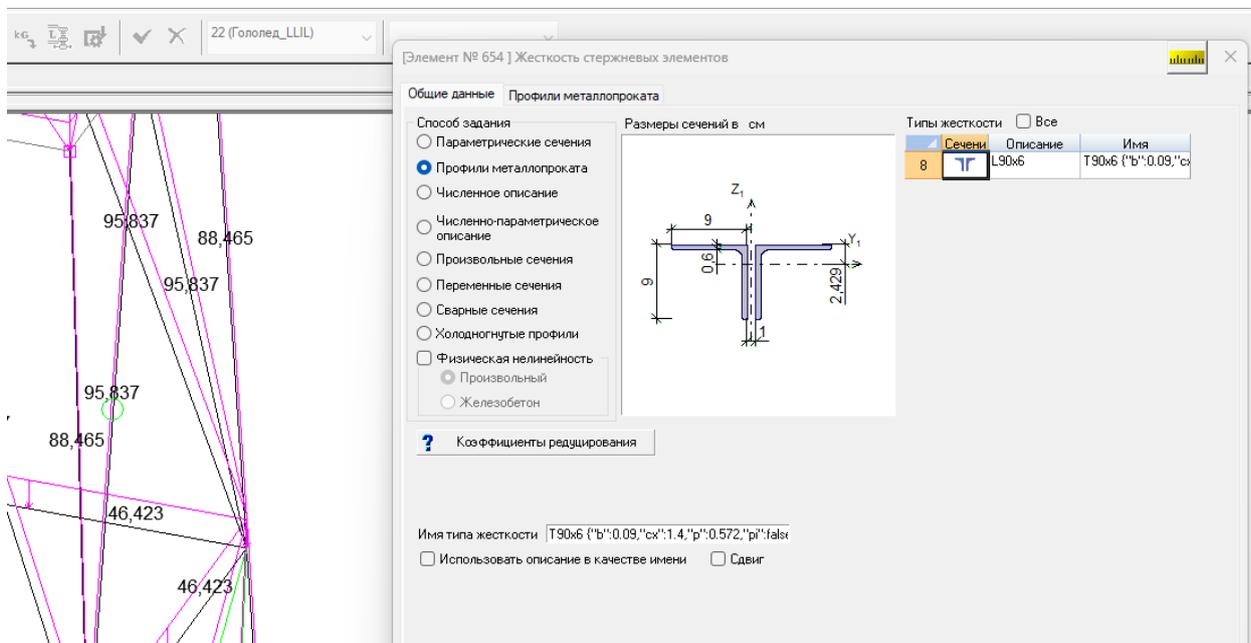
Сечения	Описание	Имя
6	4.2	042 ('б':0.042,'сх':1.4,'р':0.132,'рi':true,'

Имя типа жесткости Использовать описание в качестве имени

У элемента № 526 для нижнего узла $z=80$, для верхнего узла $z=88$ м, для середины $z=84$ м.

Поскольку $d=42 < 70$ мм, то расчет выполняется по формуле (12.1)

Расчетная нагрузка на элемент $q = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 5 * 1,89333 * 0,74 * (42 + 5 * 1,89333 * 0,74) * 0,9 * 9,81 / 1000 = 20,59593$ Н/м. Если все в м и кг то тоже самое **20,59593**



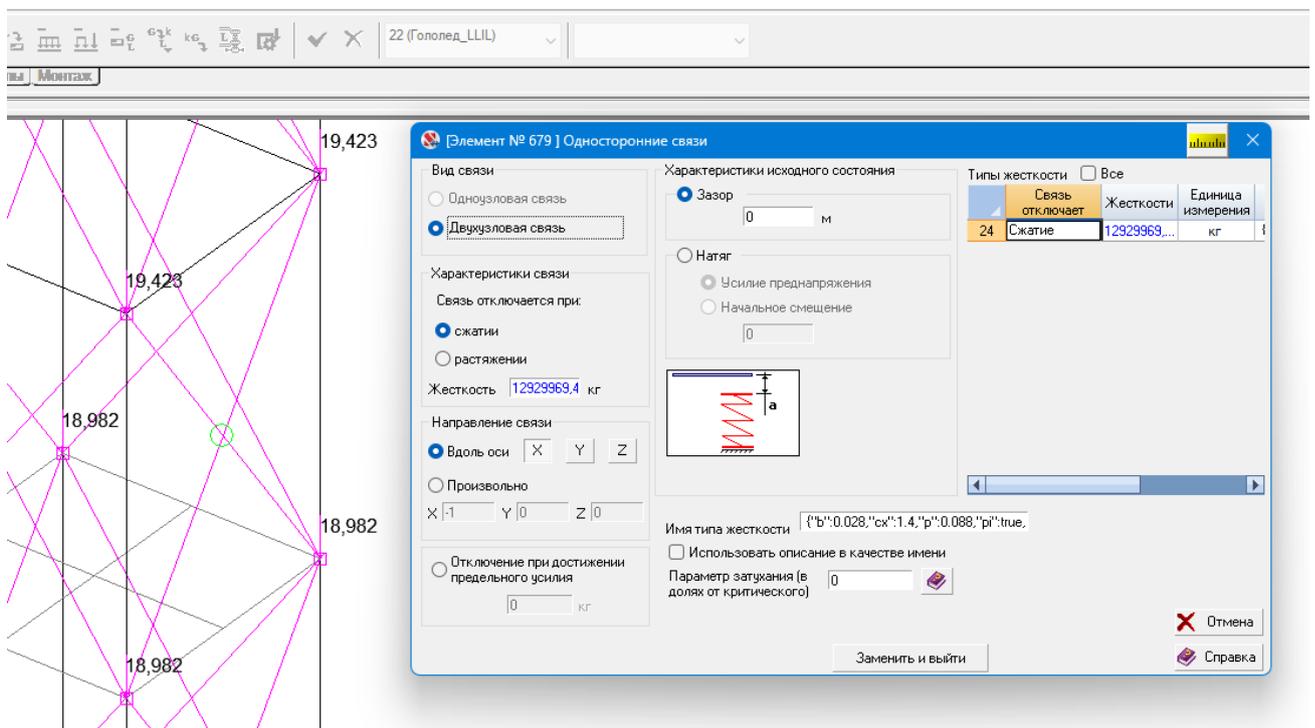
У элемента № 654 для нижнего узла $z=152$, для верхнего узла $z=155$ м, для середины $z=153,5$ м.

Высотный коэффициент $k_h = \min(e^{0,007h}; \frac{b_2}{b}) = \min(2,71828^{(0,007*153,5)}; 35/5) = \min(2,929; 7) = 2,929$.

По формуле (12.2) СП 20 $i' = 5 * 2,929 * 0,6 * 0,9 * 9,81 = 77,580$ Па

Заданный в исходных данных периметр $p=0,572$ м;

Расчетная нагрузка на элемент $q = 1,2 * 1,8 * 0,572 * 77,58 = 95,852$ Н/м



У элемента № 679 для нижнего узла $z=160$, для верхнего узла $z=162,5$ м, для середины $z=161,25$ м.

Высотный коэффициент $k_h = \min(e^{0,007h}; \frac{b_2}{b}) = \min(2,71828^{(0,007*161,25)}; 35/5) = \min(3,092; 7) = 3,092$.

Заданный в исходных данных периметр $b=d=0,028$ м

Поскольку $d=28 < 70$ мм, то расчет выполняется по формуле (12.1)

Расчетная нагрузка на элемент

$q = k_{ice} \gamma_f \rho b k \mu_1 (d + b k \mu_1) \rho g 10^{-3} = 1,2 * 1,8 * 3,1459 * 5 * 3,092 * 0,82 * (28 + 5 * 3,092 * 0,82) * 0,9 * 9,81 / 1000 = 30,9375$ Н/м = 3,154 кг/м. Длина элемента 3,052 м. Нагрузка в узлы $3,052 * 3,154 / 2 = 4,813$ кг, поскольку в узле сходится 4 элемента 352 типа, то нагрузка в узел должна быть примерно $4,813 * 4 = 19,252$.

2.4 Нагрузки на вентиляционную трубу с переносом нагрузок на оболочечную модель

2.4.1 Проверка расчета коэффициента k_λ при расчете по формуле (В.3) СП 20.13330.2016

Согласно п. В.1.15 $\lambda = l/b = 17,552/0,834=21,046$

Согласно табл. В.10 $\lambda_e = 2\lambda = 2*21,046=42,092$

По рис. В.23 $k_\lambda = 0,86$

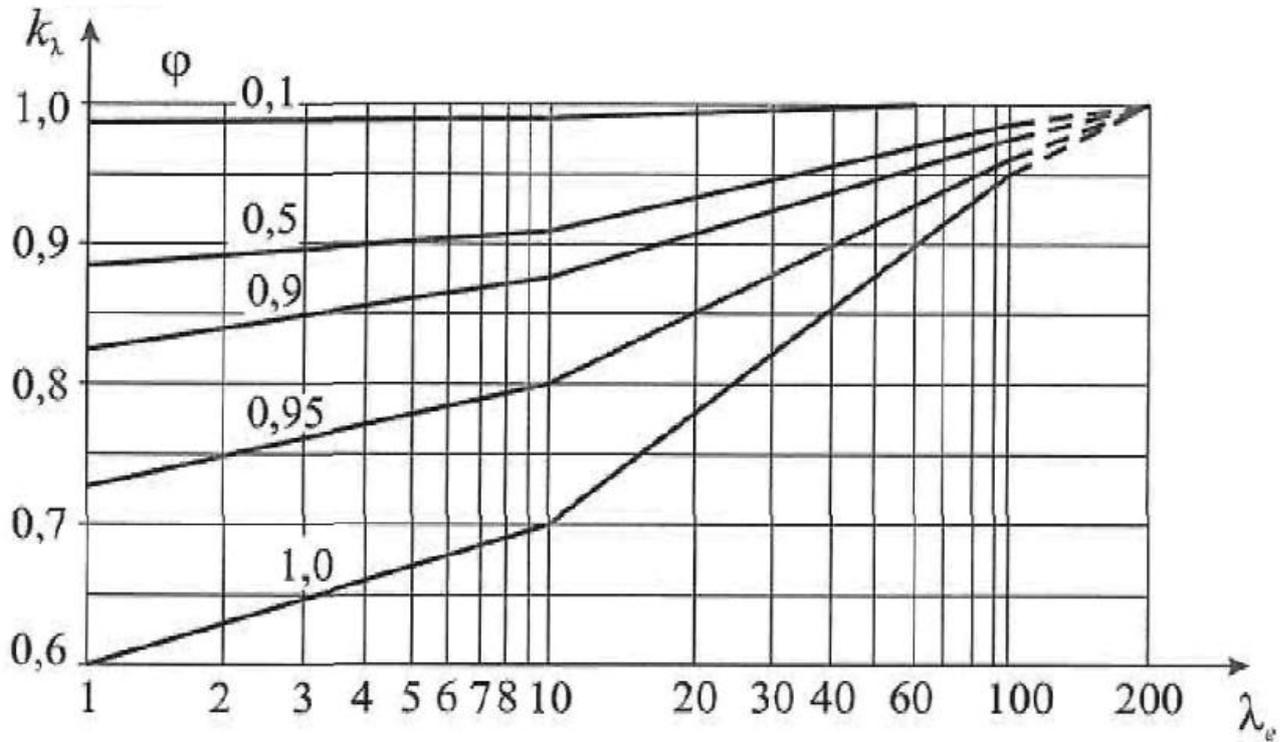


Рисунок В.23

Расчет коэф. k_λ (в ф. (В.4) по рис. В.23 СП 20)

Длина элемента, м
17,552

Ширина элемента, м
0,834

Степень заполнения φ
1,000

$\lambda_e = \lambda/2$ $\lambda_e = \lambda$ $\lambda_e = 2\lambda$ $\lambda_e = \infty$

λ
21,046

$\lambda_e = 2\lambda$
42,091

k_λ
0,855

ОТМЕНА

ОБНОВИТЬ

2.4.2 Проверка расчета ветровой нагрузки

Коэффициент неучтенности = 1

Информация Любая стержневая модель

Воздействия

Настройки ветровой нагрузки

Ветровой район: VI $w_0=730 \text{ Н/м}^2$

Тип местности: A

Начало отчета, метры: 0,000

Коэф. неучтенности: 1,000

Направление ветра: X и Y

Общая расчетная высота: 17,55 м.

Настройки гололедной нагрузки

Включить гололедные нагрузки

Учет увеличения размеров элементов

Гололедный район, h<100м: II $b_{10}=5 \text{ мм}$

Коэф. неучтенности: 1,200

μ_2 для эл-тов сечением не более 300 мм: 0,600

μ_2 для эл-тов сечением более 300 мм: 1,000

Начало отчета, метры: 0,000

Коэф. сочетания для ветра с учетом гололеда: 0,600

Коэф. надежности экстрем. нагрузки: 1,000

Общая расчетная высота: 17,55 м.

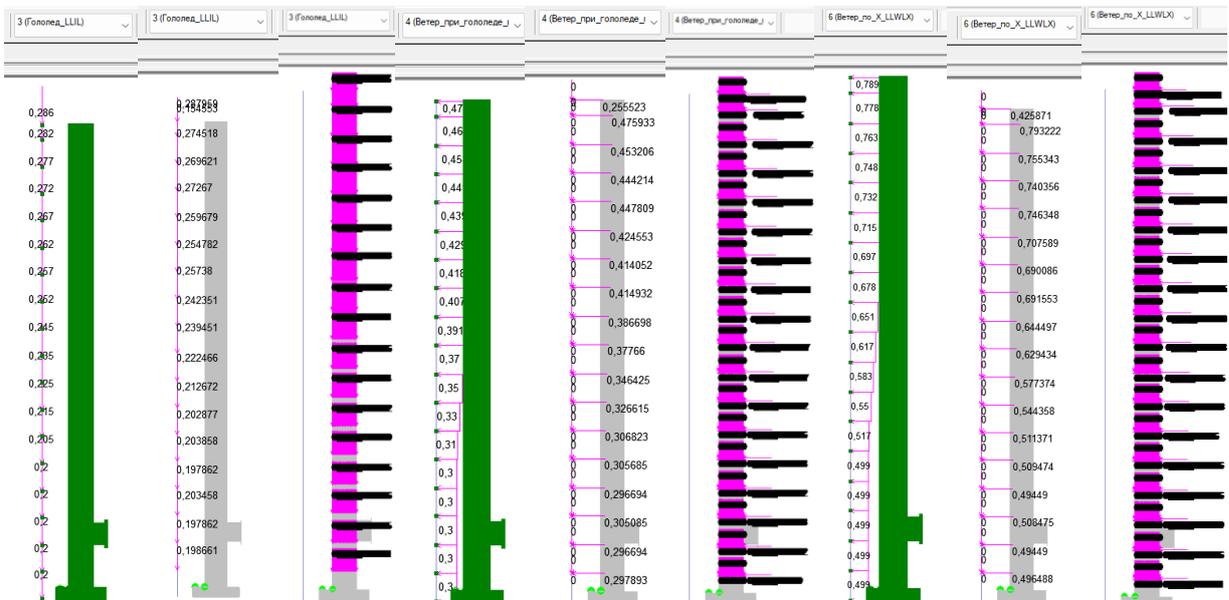
СОЗДАТЬ ЗАКРЫТЬ

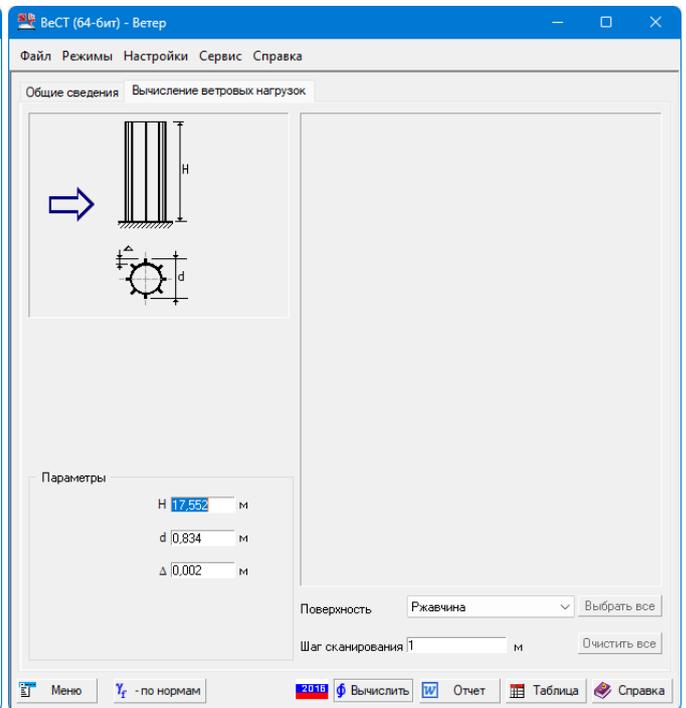
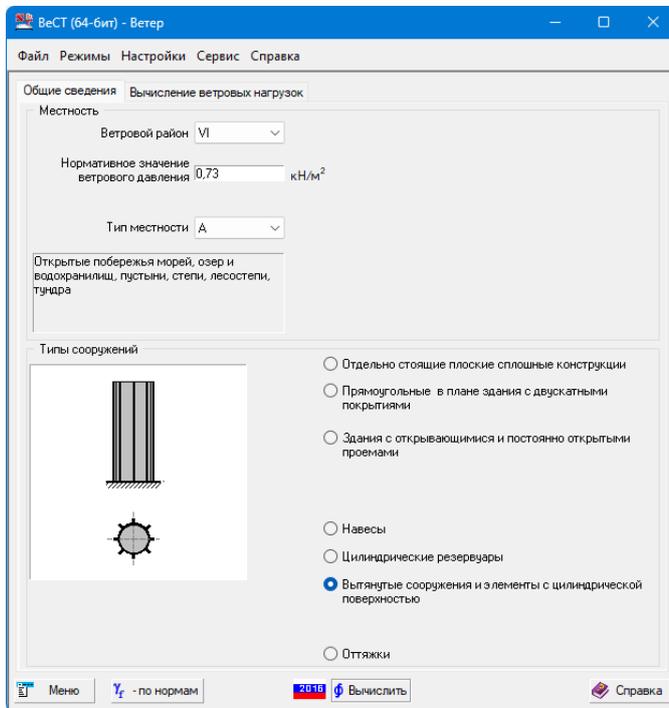
Информация Любая стержневая модель

Информация жесткостей и элементов модели

ЖЕСТКОСТИ ЭЛЕМЕНТЫ

Номер	Имя	Проекция сечения, м.	Периметр сечения, м.	Аэродин. коэф.	Круглое сеч.	Шероховатость поверхности, м.	Шероховатость поверхности гололеда, м.	кА
1	Труба для нагрузки	0,834	2,62	1,4	Да	0,002	1	0,855





Высота (м)	Нормативное значение (кН/м)	Расчетное значение (кН/м)	Сравнение с расчетным значение из РешК
0	0,299	0,433	0,5/0,433=1,1547
0,5	0,299	0,433	
1	0,299	0,433	
1,5	0,299	0,433	
2	0,299	0,433	
2,5	0,299	0,433	
3	0,299	0,433	
3,5	0,299	0,433	
4	0,299	0,433	
4,5	0,299	0,433	
5	0,299	0,433	
5,5	0,309	0,447	
6	0,319	0,462	
6,5	0,329	0,476	
7	0,339	0,49	
7,5	0,349	0,505	
8	0,359	0,519	
8,5	0,369	0,534	
9	0,379	0,548	
9,5	0,389	0,562	0,65/0,562=1,15658
10	0,399	0,577	
10,5	0,405	0,585	
11	0,411	0,594	
11,5	0,416	0,602	
12	0,422	0,609	
12,5	0,427	0,617	
13	0,432	0,624	
13,5	0,437	0,631	
14	0,442	0,638	
14,5	0,446	0,645	

Высота (м)	Нормативное значение (кН/м)	Расчетное значение (кН/м)	Сравнение с расчетным значение из РешК
15	0,451	0,651	
15,5	0,455	0,658	
16	0,46	0,664	
16,5	0,464	0,67	
17	0,468	0,676	
17,5	0,472	0,682	0,78/0,682=1,1437
17,552	0,473	0,683	

Проверка

Относительная шероховатость $\delta = \Delta/d = 0,002/0,834 = 0,002398$

До 5 м по табл. 11.2 $k(z_e)=0,75$

По формуле (В.1) $Re=0,88*0,834*(730*0,75*1,4)^{0,5}*10^5=20,319*10^5$

По рис. В.17 $c_{x,\infty} = 0,93$

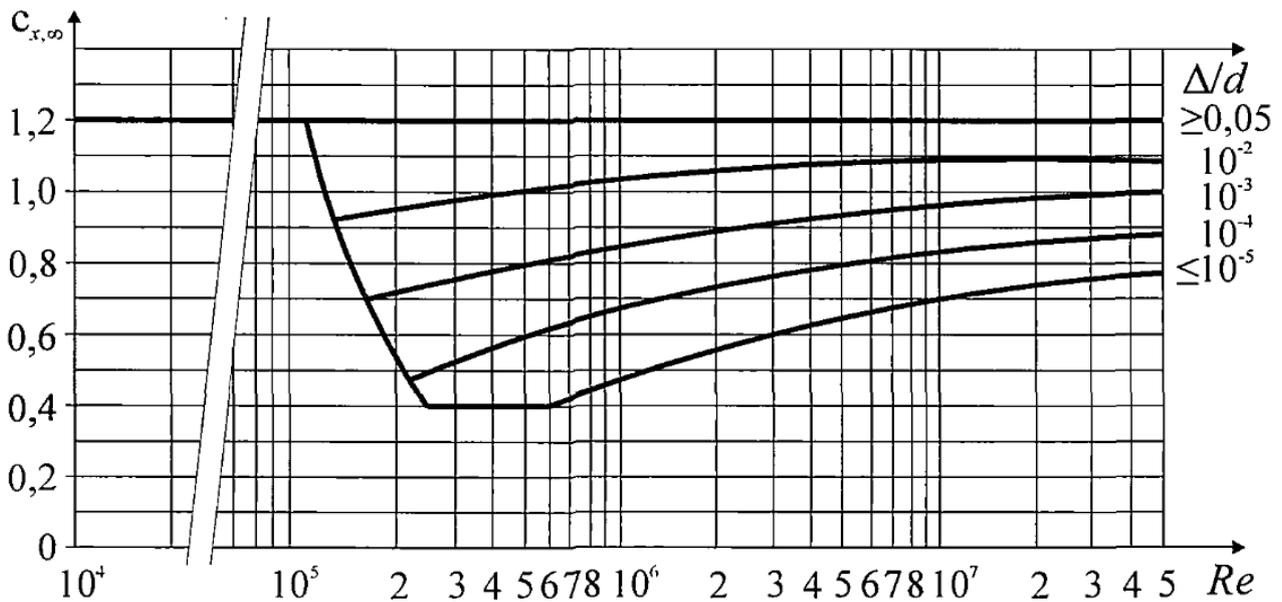


Рисунок В.17

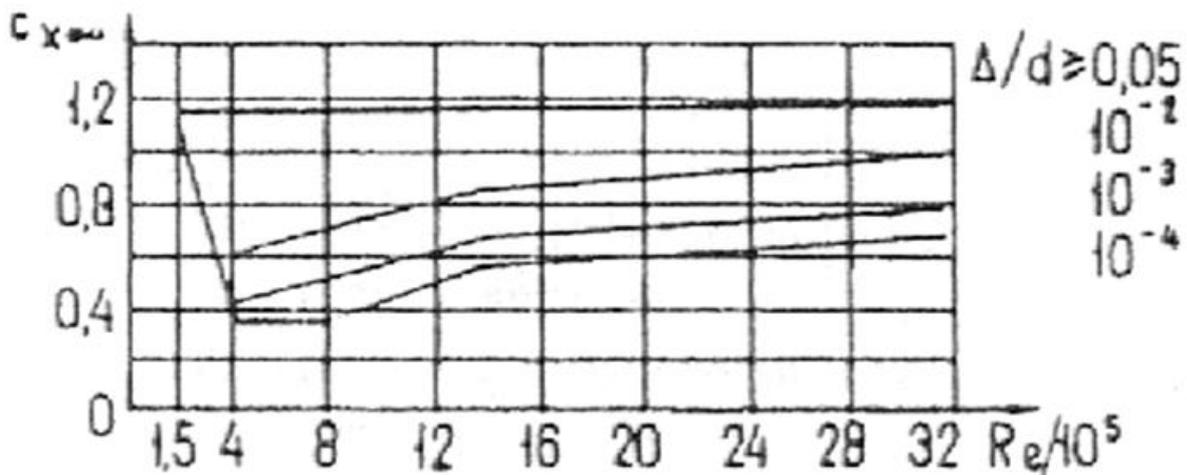
По формуле (В.3) $c_x = k_\lambda c_{x,\infty} = 0,855*0,92=0,787$

Расчетное значение средней составляющей $0,73*0,75*0,787*0,834*1,4=0,503$

В программе ВЕСТ ошибка, похоже, что расчет $c_{x,\infty} = 0,77$ выполняется по СНиП 2.01.07-85

Тогда формуле (В.3) $c_x = k_\lambda c_{x,\infty} = 0,855*0,78=0,667$

При этом расчетное значение средней составляющей $0,73*0,75*0,667*0,834*1,4=0,426$

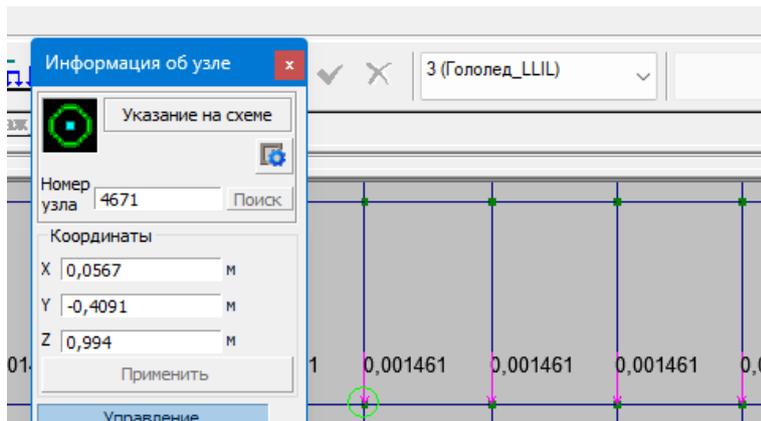


2.4.3 Проверка переноса нагрузки на оболочечную модель

z=0,994 м

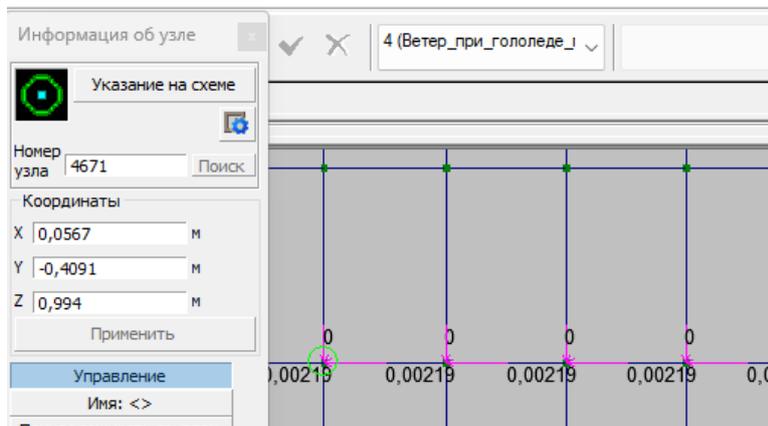
Для загрузки 3 Гололед

в узел оболочек должно быть $0,198661/136=0,001461$ кН



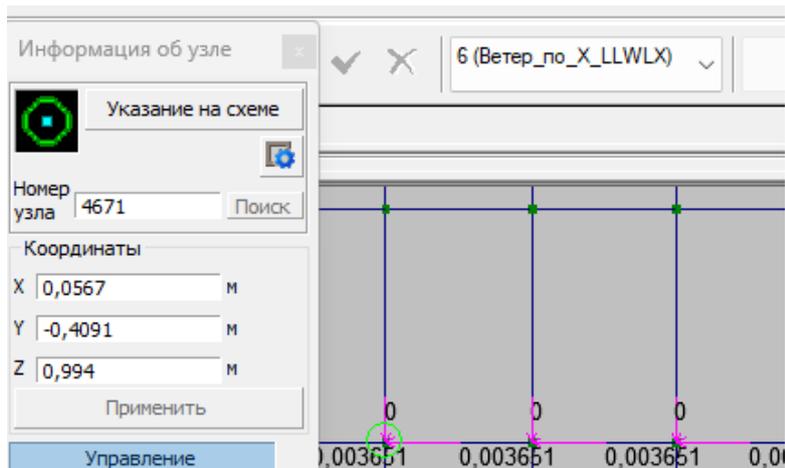
Для загрузки 4 Ветер при гололеде по X

в узел оболочек должно быть $0,297893/136=0,00219$ кН



Для загрузки 6 Ветер по X

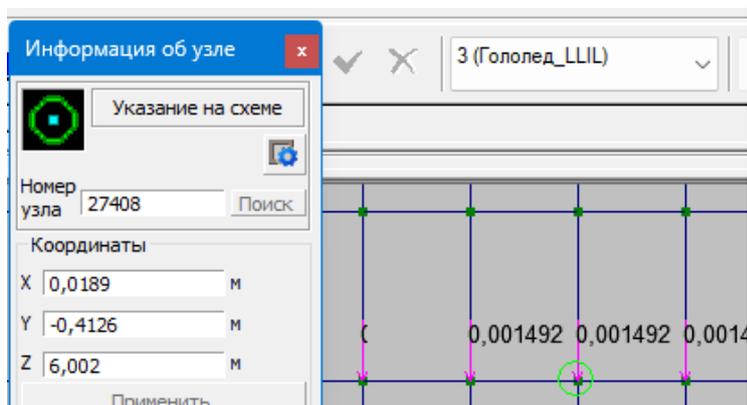
в узел оболочек должно быть $0,496488/136=0,00365$ кН



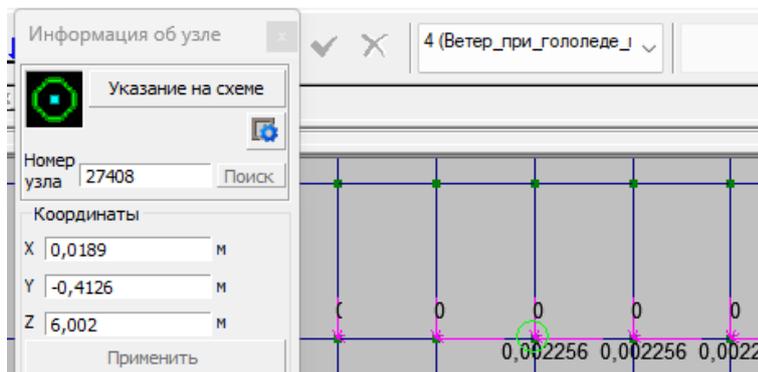
z=6,002 м

Для загрузки 3 Гололед

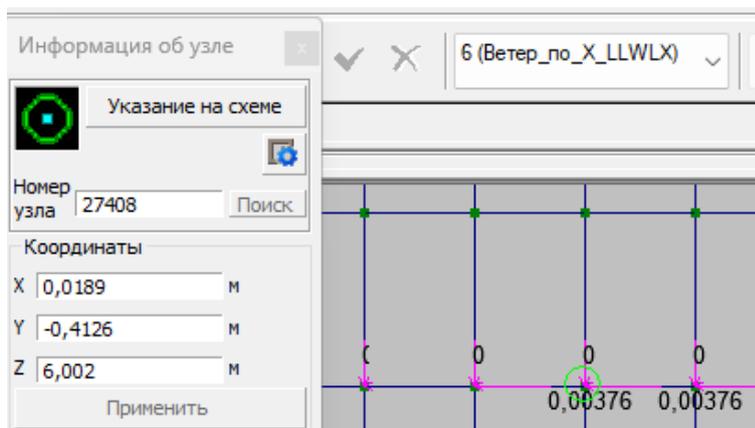
в узел оболочек должно быть $0,202877/136=0,001492$ кН



Для загрузки 4 Ветер при гололеде по X
в узел оболчек должно быть $0,306823/136=0,002256$ кН

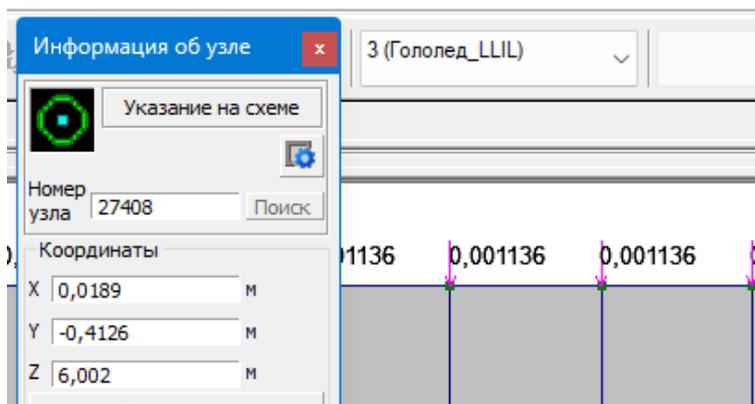


Для загрузки 6 Ветер по X
в узел оболчек должно быть $0,511371/136=0,00376$ кН

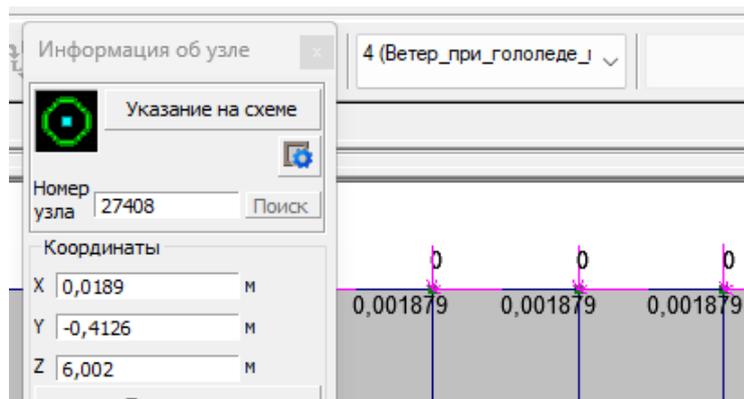


z=17,552 м

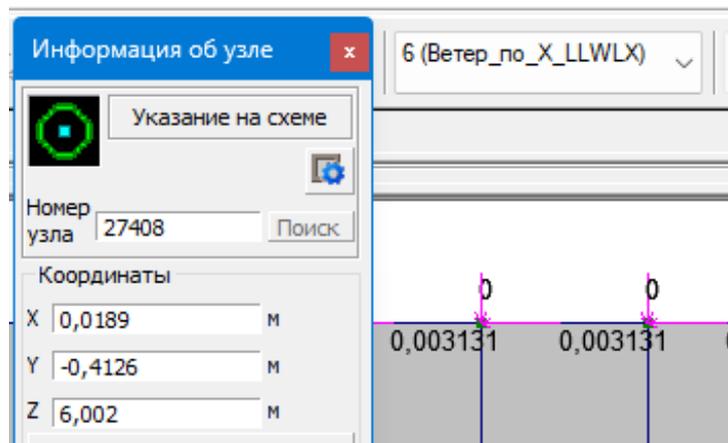
Для загрузки 3 Гололед
в узел оболчек должно быть $0,154555/136=0,001136$ кН



Для загрузки 4 Ветер при гололеде по X
в узел оболчек должно быть $0,255523/136=0,001879$ кН



Для загрузки 6 Ветер по X
в узел оболчек должно быть $0,425871/136=0,00313$ кН



3 Контрольные тесты для плагина ExtN

Сравнить результаты для модели \\192.168.0.3\Pr\PluginsSCAD\ExtN\Тесты\ExtN-test.SPR с результатами файла \\192.168.0.3\Pr\PluginsSCAD\ExtN\Тесты\ExtN-test.SPR_ExtN-Тест.txt