

**РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ  
РЕЗЕРВУАРА РВСП-2000 ЗАО «БРЯНСК-ТЕРМИНАЛ»  
Г. БРЯНСК, УЛ. РЕЧНАЯ, Д. 63**

**THE RESERVOIR'S "РВСП-2000" CALCULATION OF STRENGTH  
AND STABILITY ZAO "BRYASK-TERMINAL" 63, RECHNAYA  
ST., BRYANSK**

*к.т.н., проф. Парфенов С.Г. (Брянская государственная инженерно - технологическая академия)*

*Dr. Professor Parfenov S.G. (the Bryansk State Academy of engineering and technology)*

*инженер, ст. преподаватель Пикин Д.Ю. (Брянская государственная инженерно - технологическая академия)*

*Engineer, lecturer Pikin D.Y. (the Bryansk State Academy of engineering and technology)*

*студент Мишаков А.В. Брянская государственная инженерно - технологическая академия)*

*Student Mishakov A.V. (the Bryansk State Academy of engineering and technology)*

**Аннотация**

В статье произведена проверка конструкции резервуара, на прочность и устойчивость МКЭ с учетом трех комбинаций нагружения.

В расчете были учтены свойства материалов, из которых состоит конструкция резервуара, геометрическая пространственная конфигурация, а также параметры нагрузок и воздействий, действующих на конструкцию резервуара (ветровая, снеговая симметричная и несимметричная нагрузка, вакуумметрическое давление газов, избыточное давление, собственный вес конструкции и пр.).

**1 Исходные данные резервуара**

На рисунке 1 приведена объектная модель исследуемой конструкции резервуара.

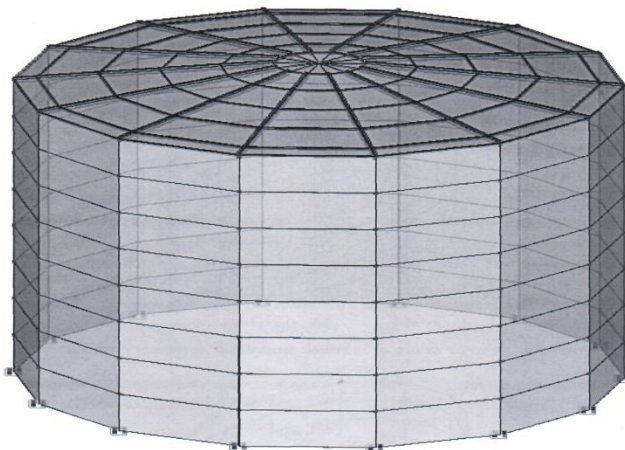


Рисунок 1. Модель исследуемой конструкции резервуара

### 1.1 Назначение жесткостей элементам резервуара

Жесткости элементов крыши резервуара остаются прежними и показаны в первой части расчетов. Жесткости стенок резервуара приведены ниже на рисунках 2-3.

На рисунке 2 показаны элементы, имеющие жесткость листа толщиной 7 мм.

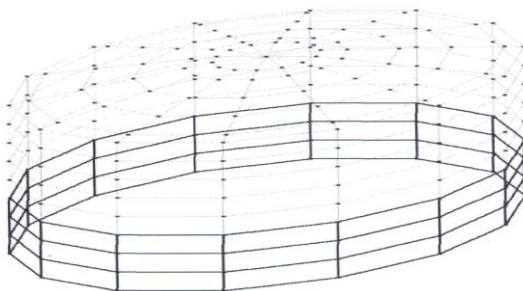


Рисунок 2. Стенка резервуара, имеющая жесткость листа толщиной 7 мм.

На рисунке 3 показаны элементы, имеющие жесткость листа толщиной 6 мм.

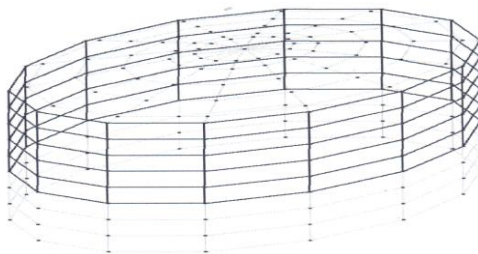


Рисунок 3. Стенка резервуара, имеющая жесткость листа толщиной 6 мм.

## 2 Описание режимов нагрузок и воздействий

В таблице 1 приведены климатические параметры местности постройки резервуаров РВСП-2000.

Таблица 1- Параметры типа местности.

Снеговой район	Ш
Ветровой район	I
Средняя скорость ветра зимой	4 м/сек
Среднемесячная температура января	-10 °С
Среднемесячная температура июля	20 °С
Отклонение среднесуточных температур от среднемесячных	15 °С

В таблице 2 приведены нагрузки, действующие на конструкцию

Таблица 2 - Нагрузки и воздействия

Нагрузки и воздействия			γ
вид	шифр	характеристика	
Постоянные	F <sub>1</sub>	собственный вес конструкции	1.05
	F <sub>12</sub>	вес оборудования на крыше	1.05
Длительные	F <sub>2</sub>	снеговая нагрузка - симметричная	1.4
	F <sub>3</sub>	снеговая нагрузка - не симметричная	-
Кратковременные	F <sub>4</sub>	вакуум	1.2
	F <sub>5</sub>	ветровая нагрузка на кровлю	1.2
	F <sub>6</sub>	избыточное давление	1.2

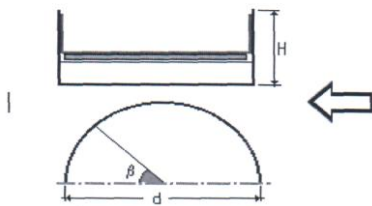
$F_7$	полезная нагрузка	1.2
$P_1$	избыточное давление на стенку резервуара	1.2
$P_2$	ветровая нагрузка на стенку резервуара	1.2
Обозначения $\gamma$ - коэффициент надежности по нагрузке [СНиП 2.01 .07-85*]		

## 2.1 Ветровая нагрузка на стенки резервуара

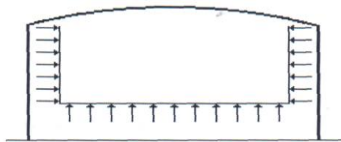
Расчет выполнен по нормам проектирования "СНиП 2.01.07-85\* с изменением №2". В таблице.3 приведены исходные данные для данного типа местности.

Таблица 3 - Исходные данные

Исходные данные	
Ветровой район	I
Нормативное значение ветрового давления	0,023 Т/м <sup>2</sup>
Тип местности	В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м
Тип сооружения	Цилиндрические резервуары



Параметры		
Поверхность		Внутреннее давление
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$		1,4
H	12	м
d	15,18	м
f	0,95	м



Нормативная нагрузка :-0,013 Т/м<sup>2</sup>

Расчетная нагрузка :-0,018 Т/м<sup>2</sup>

## 2.2 Избыточное давление газов на стенку резервуара

Избыточное давление, действующее на стенку резервуара в соответствии с ПБ 03-605-03 равно 200 Па или 20 кг/м<sup>2</sup> с коэффициентом запаса 1.2. Расчетное значение избыточного давления равно 0,024т/м<sup>2</sup>.

На рисунке 4 представлена схема действия избыточного давления газов на стенку резервуара.

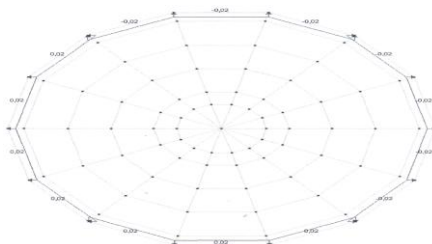


Рисунок 4. Схема действия избыточного давления газов

## 2.8 Описание комбинации загрузжений

В расчетной схеме было учтены следующие нагружения:

$$F_1 + F_{12} + F_2 + F_4 + F_7 + P_1 + P_2 \quad (1)$$

где,

$F_1$ - собственный вес конструкции;

$F_{12}$ - вес дополнительного оборудования на крыше резервуара;

$F_2$ - снеговая нагрузка симметричная;

$F_4$  - вакуумметрическое давление газов;

$F_7$ - полезная нагрузка от веса людей;

$P_1$ -избыточное давление на стенку резервуара;

$P_2$ -ветровая нагрузка на стенку резервуара;

$$F_1 + F_{12} + F_3 + F_4 + F_7 + P_1 + P_2 \quad (2)$$

где,

$F_1$ - собственный вес конструкции;

$F_{12}$ - вес дополнительного оборудования на крыше резервуара;  
 $F_3$ - снеговая нагрузка несимметричная;  
 $F_4$  - вакуумметрическое давление газов;  
 $F_7$ - полезная нагрузка;  
 $P_1$ - на стенку резервуара;  
 $P_2$ -ветровая нагрузка на стенку резервуара;

$$F_1 + F_{12} + F_5 + F_6 + F_7 + P_1 + P_2 \quad (3)$$

где,

$F_1$ - собственный вес конструкции;  
 $F_{12}$ - вес дополнительного оборудования на крыше резервуара;  
 $F_5$ - ветровая нагрузка на кровлю;  
 $F_6$ - избыточное давление газов;  
 $F_7$ - полезная нагрузка;  
 $P_1$ -избыточное давление на стенку резервуара;  
 $P_2$ -ветровая нагрузка на стенку резервуара.

### 3 Результаты прочностных расчетов

Ниже представлены результаты анализа напряженно-деформированного состояния резервуара.

Коэффициент по устойчивости резервуара для 1 комбинации нагружения равен: 1,52 Коэффициент по устойчивости резервуара для 2 комбинации нагружения равен: 1,42 Коэффициент по устойчивости резервуара для 3 комбинации нагружения равен: 2,75

#### 3.1 Основные перемещения элементов конструкции резервуара

На рисунке 5 показаны суммарные перемещения узлов всей конструкции резервуара с учетом комбинации нагружения (1).

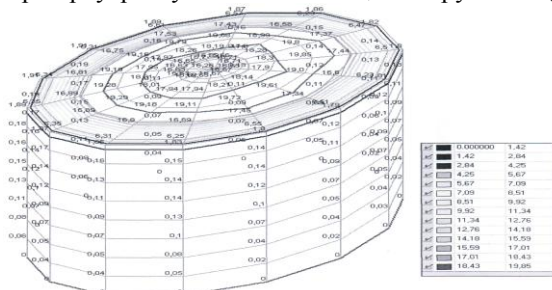


Рисунок 5. Суммарные перемещения с учетом комбинации нагружения

1 (мм)

На рисунке 6 показаны суммарные перемещения узлов всей конструкции резервуара с учетом комбинации нагружения (2).

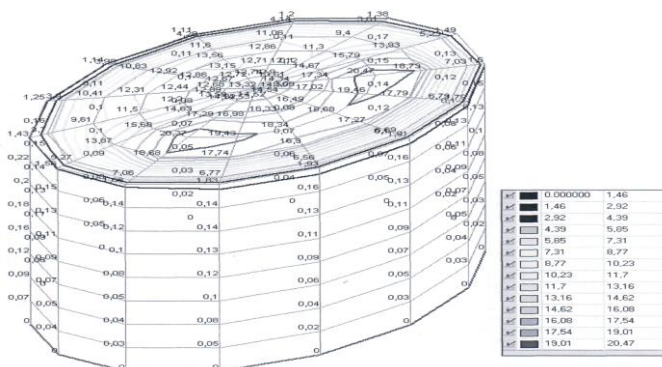


Рисунок 6. Суммарные перемещения с учетом комбинации нагружения  
2 (мм)

На рисунке 7 показаны суммарные перемещения узлов всей конструкции резервуара с учетом комбинации нагружения (3).

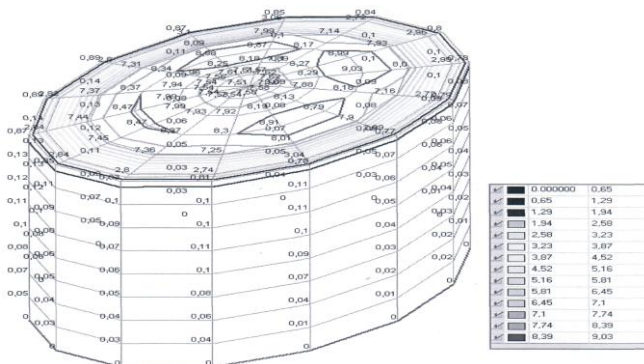


Рисунок 7. Суммарные перемещения с учетом комбинации нагружения  
3 (мм)

### 3.2 Анализ напряженно-деформированного состояния резервуара

На рисунке 8 представлены результаты анализа напряженного состояния резервуара, единица измерения Т/м , с учетом комбинации нагружения 1.

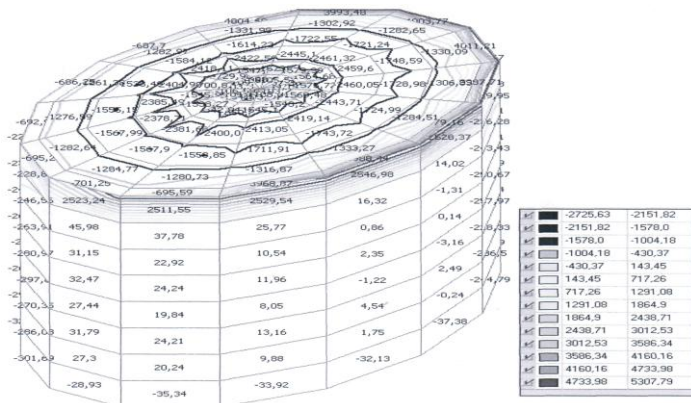


Рисунок 8. Результат анализа напряженного состояния резервуара, с учетом комбинации нагружения 1.

На рисунке 9 представлены результаты анализа напряженного состояния резервуара, единица измерения  $T/m^2$ , с учетом комбинации нагружения 2.

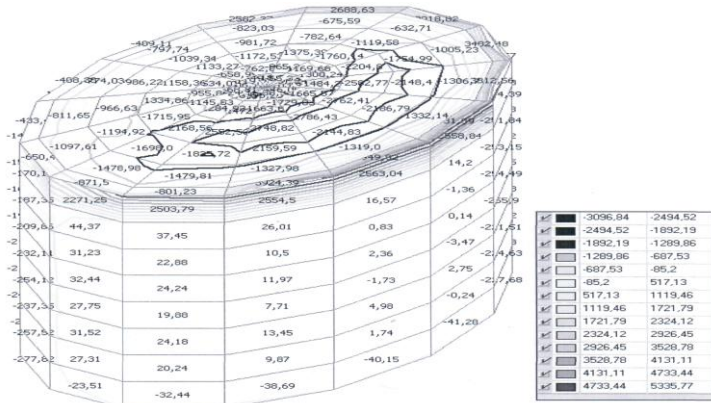


Рисунок 9. Результат анализа напряженного состояния резервуара, с учетом комбинации нагружения 2.

На рисунке 10 представлены результаты анализа напряженного состояния резервуара, единица измерения  $T/m^2$ , с учетом комбинации нагружения 3.



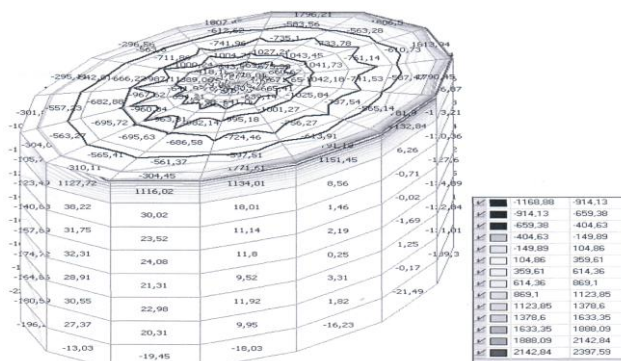


Рисунок 10. Результат анализа напряженного состояния резервуара, с учетом комбинации нагружения 3.

## Выводы

- 1 Проведен статический прочностной анализ напряженно-деформированного состояния резервуара.
- 2) Определены максимальные нагрузки, действующие на стенку резервуара от крыши.
- 3) Определены толщины поясов стенки (1-3 пояс толщина 7 мм, 4-8 пояс толщина 6 мм).
- 4) Определено максимальное напряжение в элементах листовой обшивки составило 5336 т/м, что не превышает расчетное сопротивление с учетом коэффициента условия работы 29363,55 т/м<sup>2</sup>.
- 5) Коэффициент запаса устойчивости при комбинации загрузжений (1) равен 1,52.
- 6) Коэффициент запаса устойчивости при комбинации загрузжений (2) равен 1,42.
- 7) Коэффициент запаса устойчивости при комбинации загрузжений (3) равен 2,75.

## Список литературы

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Издательство "Мир", Москва, 1975г.
2. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия.
3. Ю.И. Кудишин. Металлические конструкции.
4. В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, В.А. Пашинский, А.В. Перельмутер, С.Ф. Пичугин. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения.