



**РОСЖЕЛДОР
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Геотехника, тоннели и метрополитены»

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ В ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ
Курсовая работа
по дисциплине «Специальные способы сооружения тоннелей»**

Выполнила:

студент гр. СМТ-413 Коровина М.С

Руководитель:

доц., канд. техн. наук Г. Н. Полянкин

Новосибирск, 2021

Аннотация

В данной курсовой работе необходимо изучить специальные способы строительства тоннелей и метрополитенов, которые применяются при работах в сложных инженерно-геологических условиях.

Были запроектированы:

- водопонижение котлована станции метрополитена;
- ледогрунтовое ограждение котлована станции метрополитена;
- расчет осадки основания дна котлована под нагрузкой от веса ТПМК и плиты;
- опережающий экран из труб для строительства горной выработки.

Исходные данные

Федеральное агентство железнодорожного транспорта (РОСЖЕЛДОР)
 Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 Сибирский государственный университет путей сообщения

Кафедра «Геотехника, тоннели и метрополитены»
 Специальность «Строительство железных дорог,
 мостов и транспортных тоннелей»
 Специализация «Тоннели и метрополитены»

ЗАДАНИЕ

На курсовую работу
 по дисциплине: «Специальные способы сооружения тоннелей»

на тему «Специальные способы в тоннелестроении»

КР.ССС тон.-СМТ-413-17-59-2021

Студент группы СМТ-413: Коровина Мария Сергеевна

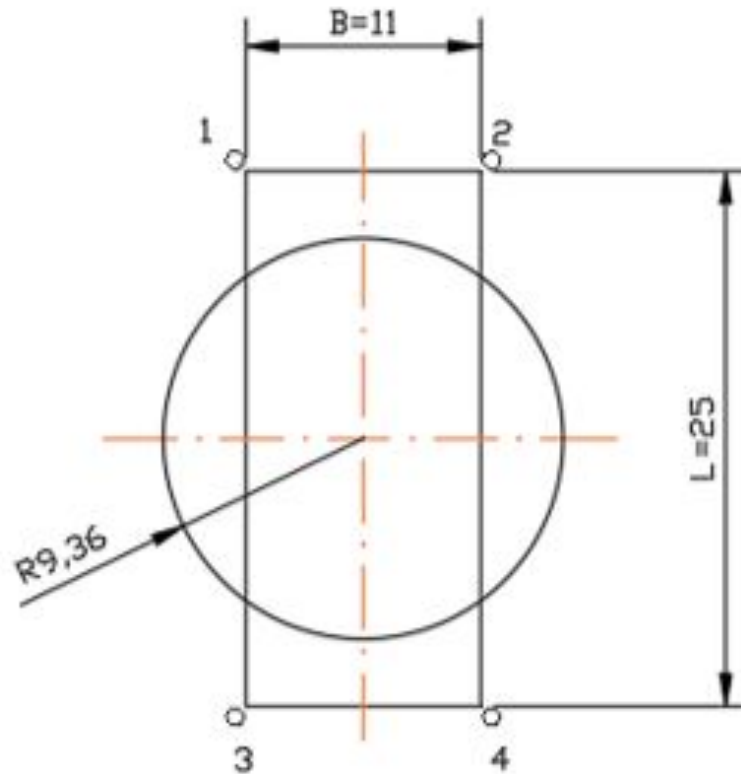
1. Геометрические размеры котлована В x Н x L: 11x3x25 м.
2. Инженерно-геологические условия: I
3. Положение уровня грунтовых вод относительно поверхности земли УГВ: -2.00 м.
4. Предельный прогиб: 5 см
5. Длина экрана из труб 30м.
6. Дополнительные данные:

Задание выдал _____ Г.Н. Подлескин

«15» 02 2021



Схема водопонижения



УГВ в скважинах

$$h_w = \sqrt{H^2 - \frac{Q}{k \cdot \pi} \cdot \left(\ln R - \frac{1}{n} \ln [r \cdot x_{1,2} \cdot x_{1,3} \cdot \dots \cdot x_{1,n}] \right)}$$

где, h_w - уровень воды в скважине; r —радиус скважины; $x_{1,n}$ —расстояние от центра первой скважины до центра n -ой скважины, м.

Уровень воды в скважине №1

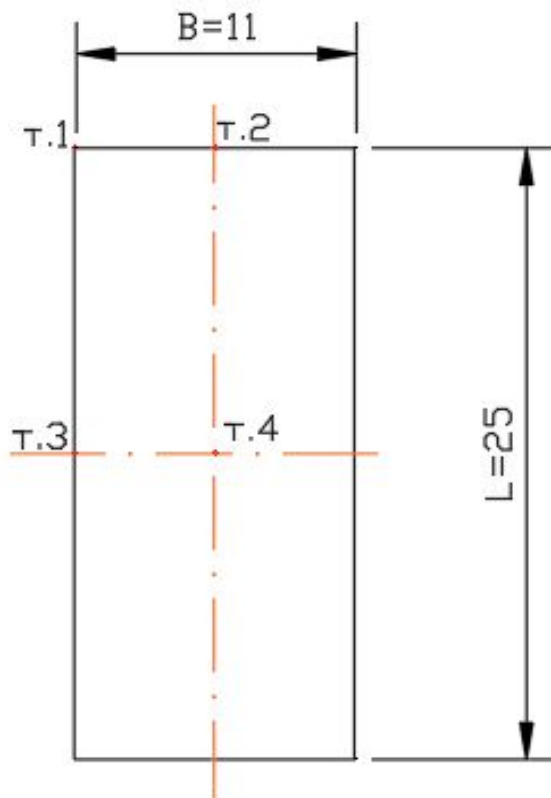
$$h_w = \sqrt{4^2 - \frac{0,065}{0,005 \cdot 3,14} \cdot \left(\ln 166,312 - \frac{1}{4} \ln [0,4 \cdot 12 \cdot 26 \cdot 28,636] \right)} = 1,790 \text{ м}$$

Проверка заключается в выполнении условия затопления фильтра:

$$h_w > h_f$$

$$h_w = 1,790 \text{ м} > h_f = 1,5 \text{ м}$$

Схема к проверке незатопленности котлована



Проверка незатопленности котлована

$$h_w = \sqrt{H^2 - \frac{Q}{k \cdot \pi} \cdot \left(\ln R - \frac{1}{n} \ln \left[r \cdot x_{1,2} \cdot x_{1,3} \cdot \dots \cdot x_{1,n} \right] \right)}$$

	Точка №1	Точка №2	Точка №3	Точка №4
$l_{1,1}$	0,7071	6,0208	13,0096	14,3178
$l_{1,2}$	11,5109	6,0208	17,3566	14,3178
$l_{1,3}$	25,5049	26,1964	13,0096	14,3178
$l_{1,4}$	27,9732	26,1964	17,3566	14,3178
h'_w	1,926	2,286	2,444	2,403

Проверка заключается в выполнении условия затопления фильтра:

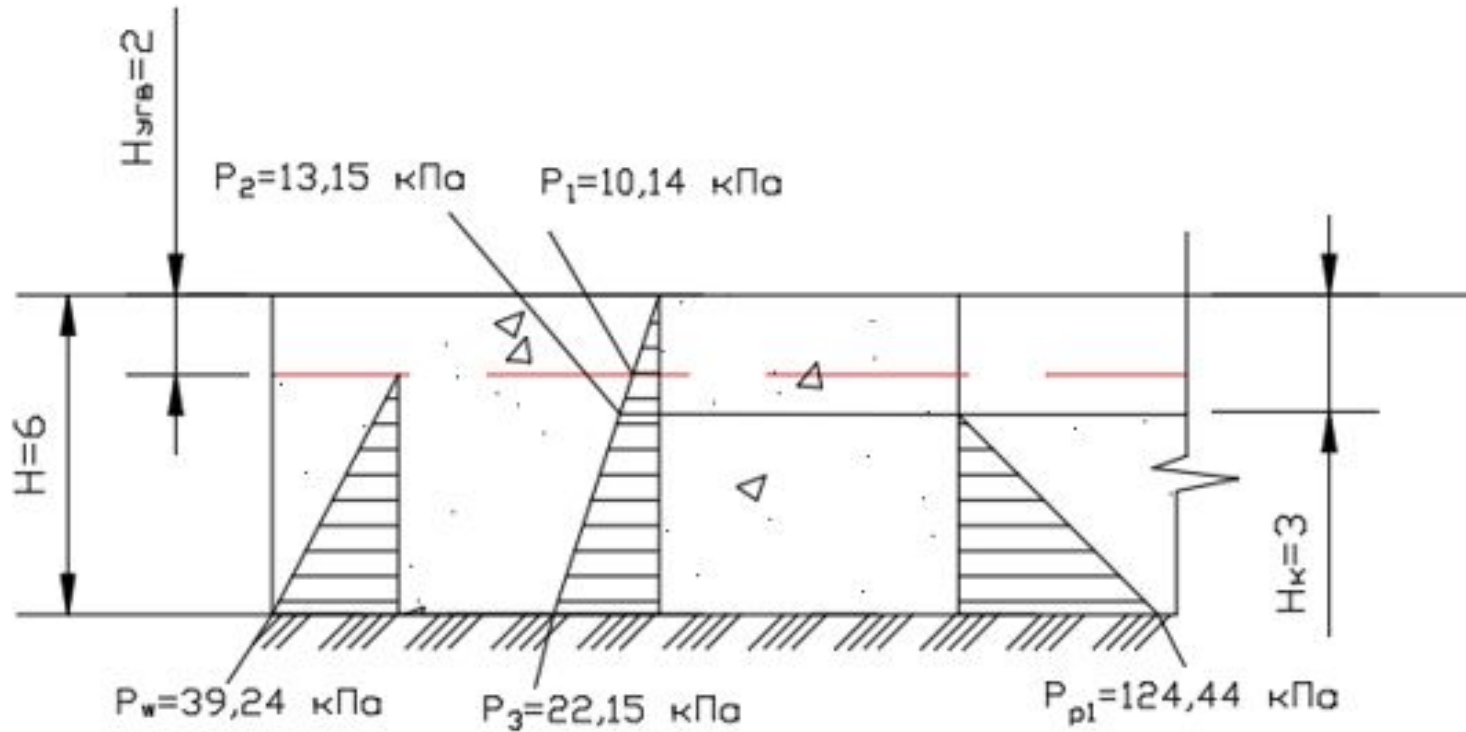
$$h'_w \leq h_f + \Delta$$

$$h_f + \Delta = 1,5 + 1,0 = 2,5 \text{ м.}$$

Вывод к первому разделу

В данном разделе была установлена требуемая высота фильтра 1,5 м и приток к водопонижительной системе равный 0,065 м³/с. Определены параметры водопонижительной системы – 4 скважины диаметром 0,4 м.

Схема нагрузок на ЛГО



Параметры ЛГО

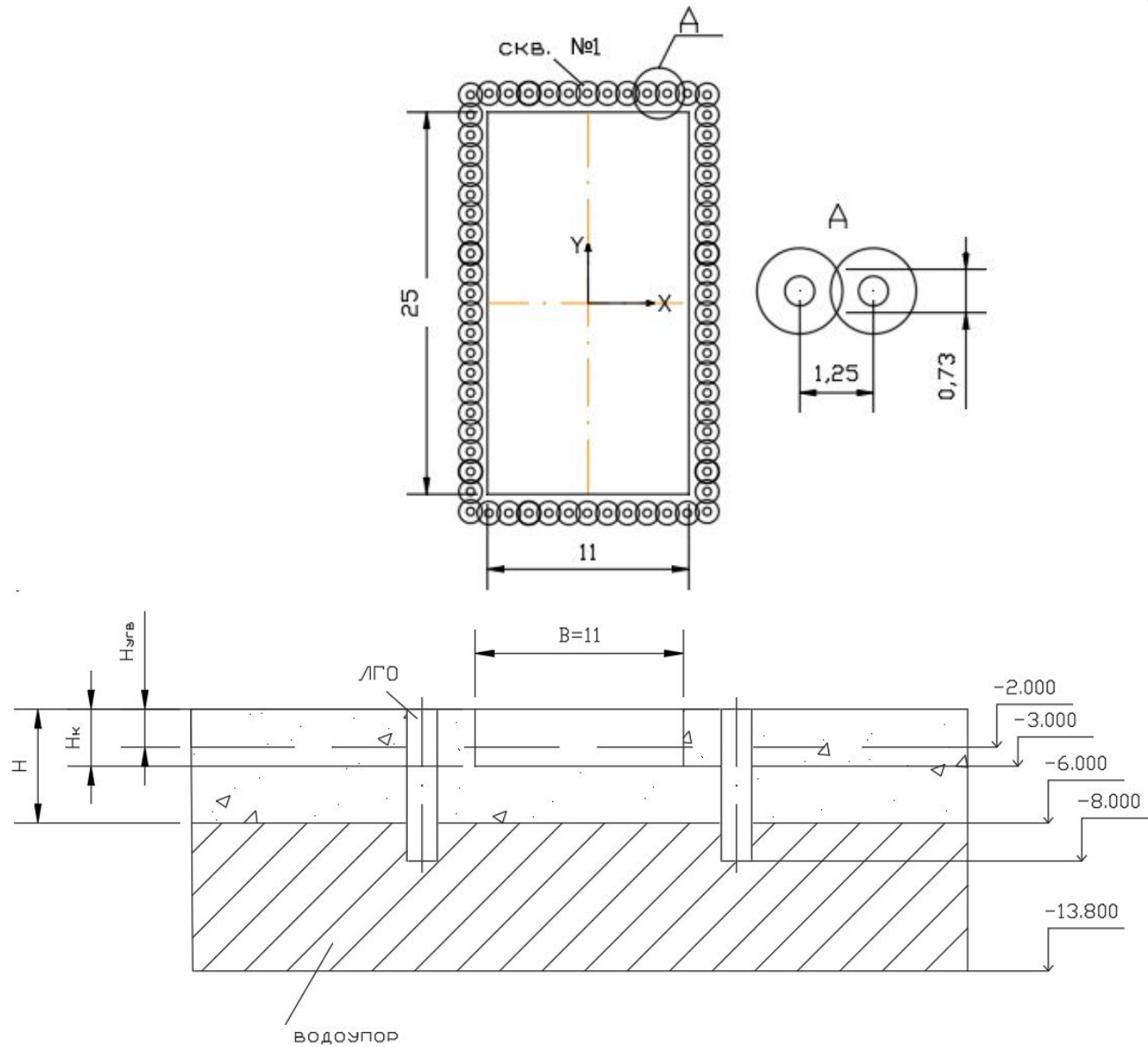
Толщина ЛГО:

$$E = 0,67 \sqrt{\frac{p}{\gamma}} = 0,67 \sqrt{\frac{22,96}{19,5}} = 0,73 \text{ м}$$

Число рабочих скважин:

$$n = \frac{l}{a} = \frac{82,42}{1,25} = 65,94 \approx 66 \text{ шт.}$$

Схема ЛГО



Вывод к второму разделу

В данном разделе, согласно исходным данным, для конкретных условий строительства котлована, была определена схема образования ледогрунтового ограждения.

Также произведён расчёт параметров ЛГО, по результатам которого толщина ЛГО должна быть не менее 0,73 м, количество скважин, принятое по расчёту – 66 шт.

Осадка фундаментной плиты под ТПМК

В третьей части КР была определена осадка фундаментной плиты от ТПМК и проверена необходимость усиления грунтов основания.

Осадка фундаментной плиты под ТПМК

Вертикальное напряжение от собственного веса грунта на отметке подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg,0} = \gamma' d_n$$

$$\sigma_{zg,0} = 11,58 \cdot 6 + 4 \cdot 9,81 + 7 \cdot 21 + 8 \cdot 20 + 3,2 \cdot 26,5 = 500,52 \text{ кПа.}$$

Давление от веса ТПМК:

$$P_{\text{т}} = \frac{651 \cdot 9,81}{7,75 \cdot 16,108} = 50,87 \text{ кПа}$$

Давление от веса плиты:

$$P_{\text{пл}} = \frac{1 \cdot 7,75 \cdot 16,108 \cdot 24,5}{7,75 \cdot 16,108} = 24,5 \text{ кПа}$$

$$S = \beta \sum \frac{\sigma_{zpi} h_i}{E_{e.i}}$$

№	h _i , м	z _i , м	σ _{zy, i} , кПа	α	σ _{zp, i} , кПа	σ _{zp, i} ср, кПа	E _{e, i} , кПа	s _i , м
0	7,2	0,00	506,72	1,00	75,37			
						74,32	21000	0,002009
1		7,2	492,53	0,972	73,26			
						Σs = 0,002009		

Вывод к третьему разделу

Расчет оснований по деформациям проводят исходя из условия

$$S < S_{ult}$$

$$S = 0,20 \text{ см} < S_{ult} = 2,5 \text{ см}$$

Условие выполняется, усиление грунтов основания не требуется.

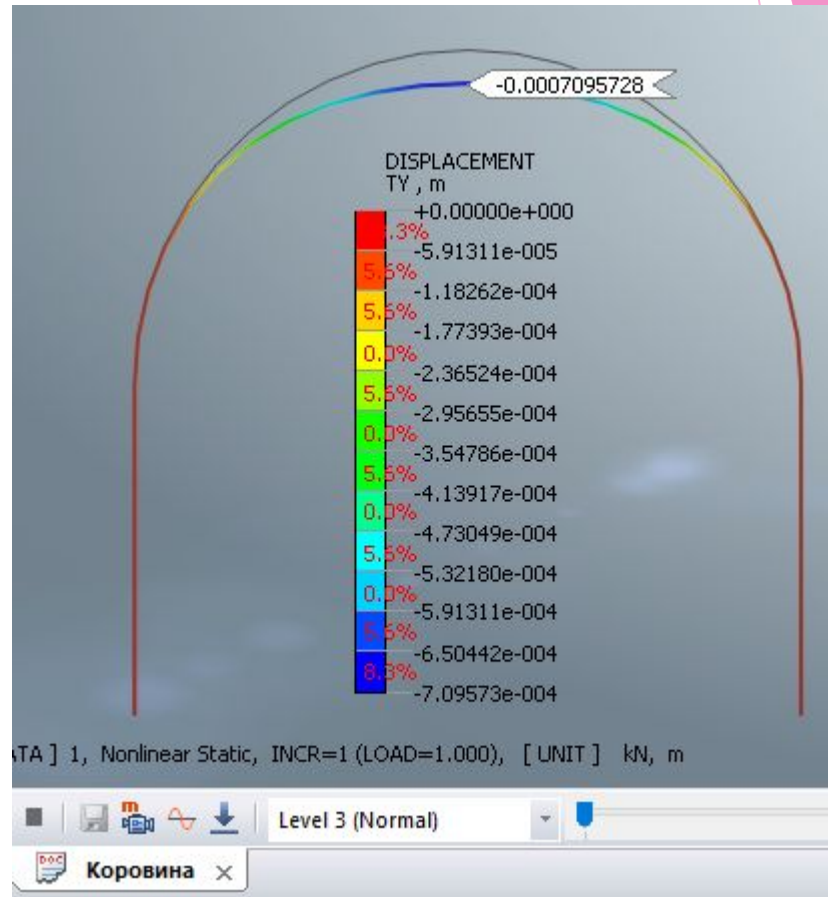
Проектирование опережающего защитного экрана из труб

В четвертом разделе курсовой работы был запроектирован экран из труб, подобраны сечение поддерживающего элемента и трубы. Также произведен расчет поддерживающей арки на прочность, а трубы на прочность и прогибы

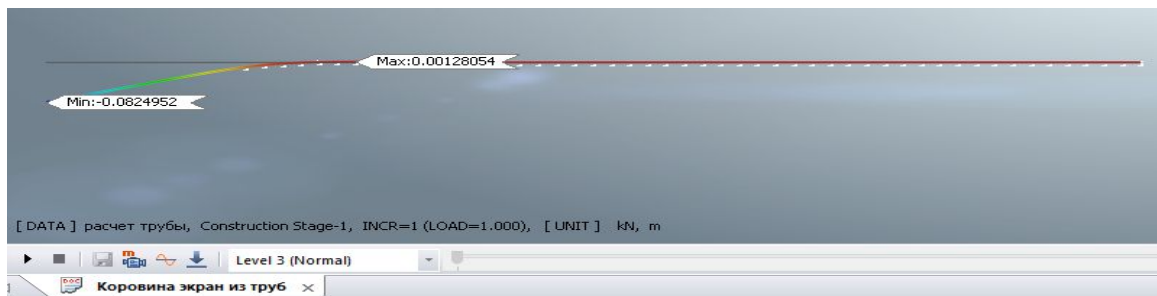
Определение жесткости упругой опоры

Жесткость упругой опоры определяется по формуле:

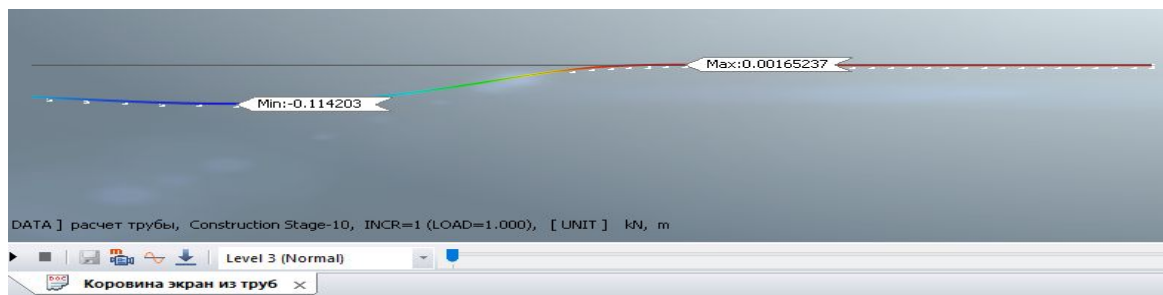
$$K = \frac{1}{\delta} = \frac{1}{0,0007095728} = 1409,30 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$



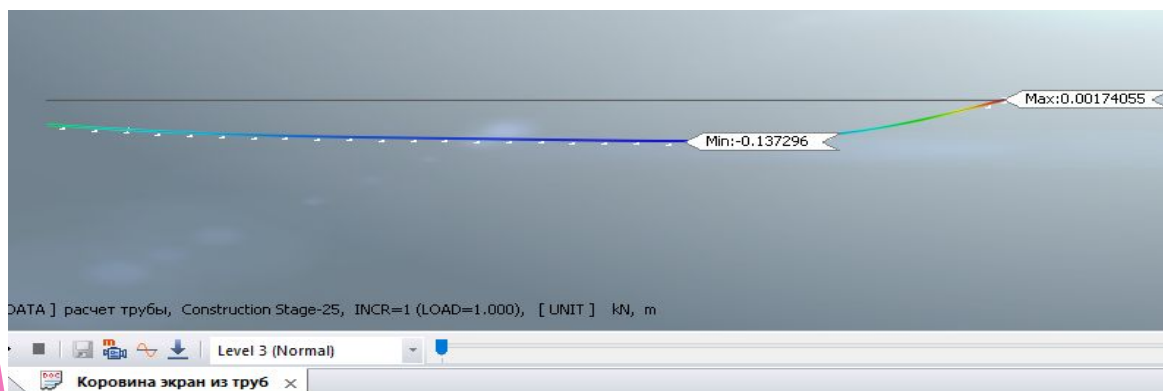
Деформированный вид трубы



Деформированный вид трубы на I стадии



на X стадии



на XXV стадии

Проверка прочности трубы

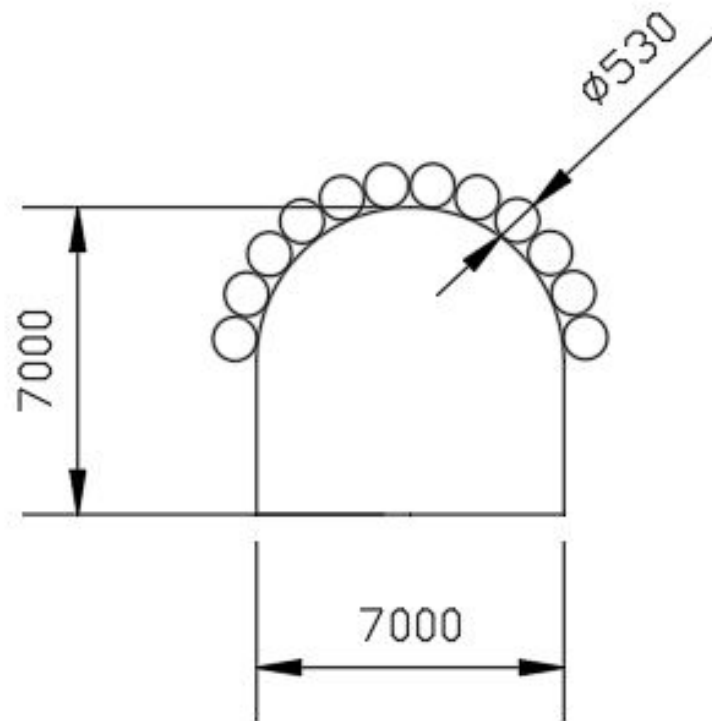
$$\sigma = \frac{M}{W_T} < R$$

Предел прочности для стали Ст3кп R_y принимается 235 МПа

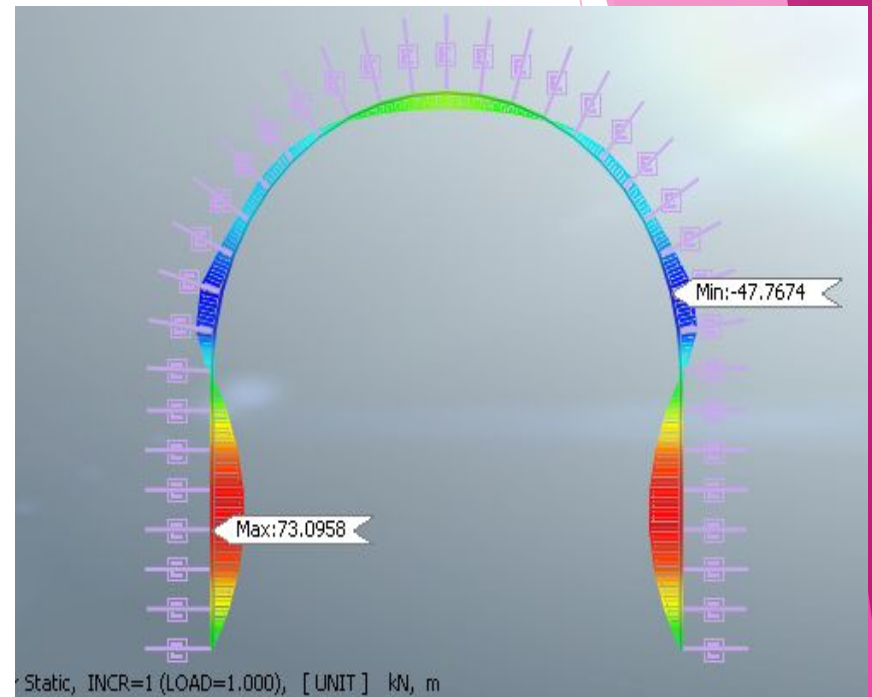
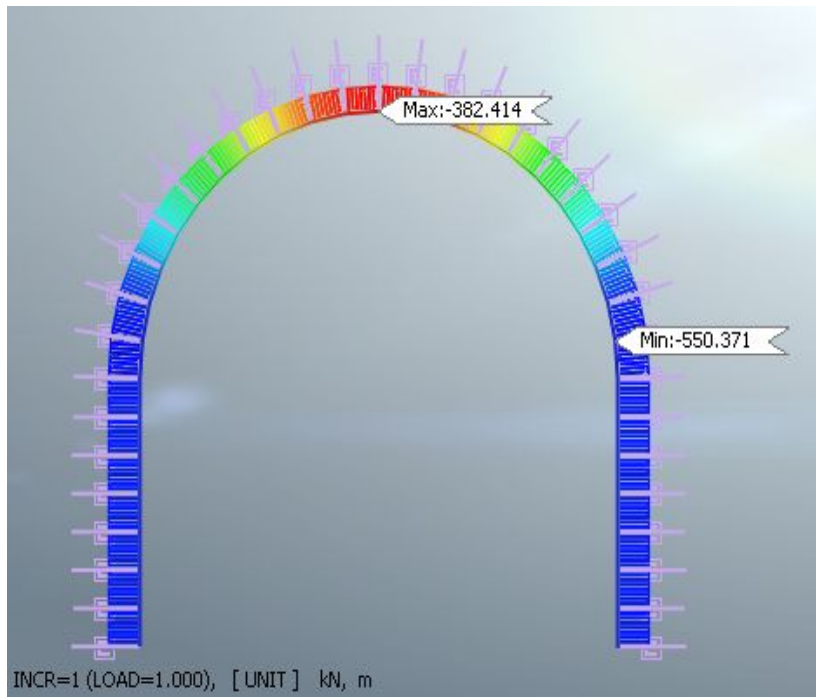
$$W_T = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \delta}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,53^2 \cdot 0,01}{4} = 2205,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\sigma = \frac{487,387 \cdot 10^3}{2205,1 \cdot 10^{-6}} = 221 \text{ МПа} < 235 \text{ МПа, условие выполняется.}$$

Схема к проверке прочности поддерживающего элемента



Эпюры продольных сил и изгибающего момента



Проверка прочности поддерживающего элемента

Сечение	M , кНм	N , кН
Замковое	28,50	-382,41
Условная пята свода	-47,77	-555,37
Стена	73,10	-546,15

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_y}{c_y W_y R_y \gamma_c} \leq 1$$

Сечение 1 – замковое: $0,39 \leq 1$;

Сечение 2 – условная пята свода: $0,67 \leq 1$

Сечение 3 – стена: $0,87 \leq 1$

Вывод к четвертому разделу

В данном разделе было осуществлено проектирование опережающего защитного экрана из труб. По результатам проектирования в качестве трубы была принята труба диаметром 530 мм с толщиной стенки 10 мм по ГОСТ10704-91. Сталь Ст3сп ГОСТ 380-2005.

В качестве поддерживающего элемента принимается двутавр I24 ГОСТ 8239-89 из стали марки С345.

Спасибо за внимание!