

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ**

125319 Москва  
Ленинградский проспект, 64

Тел./факс (495) 155-08-31  
E-mail: eco46@mail.ru

№ 51

«12» мая 2011 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор «Научно-исследовательского  
института материалов и конструкций»  
Московского автомобильно-дорожного  
Государственного технического универ-  
ситета (МАДИ)**

\_\_\_\_\_ **проф. Котлярский Э.В.**

**Директору «Союза производителей  
труб и изделий из композиционных  
материалов»  
Степченко А.Ф.**

Уважаемый Александр Федорович!

Специалистами «Научно-исследовательского института материалов и конструкций» Московского Автомобильно-Дорожного Технического Университета (МАДИ) рассмотрены представленные материалы, в том числе «Стандарт организации» СТО 229641-99675234.002-2010 «Трубы и детали трубопроводов из реактопластов, армированных стекловолокном. Технические условия».

В данном стандарте рассмотрен новый вид продукции – трубы, муфты и фасонные части из стеклопластика, изготовленного на основе полиэфирных или винилэфирных смол, армированных различными видами стекловолокна с кварцевым песком в качестве наполнителя и изготовленных методом непрерывной намотки.

В стандарте установлены технические условия на изготовление элементов напорных и безнапорных трубопроводных систем холодного водоснабжения и водоотведения различного назначения, в том числе в качестве водопропускных сооружений на объектах дорожного строительства.

В разделе «Общие характеристики и технические требования» (раздел 5) приведена номенклатура труб:

- по условному (внутреннему)  $D_y$  диаметру от 300мм до 2600мм;
- условному давлению  $P_y$  от 1 - 4 атм (безнапорные) до 20 атм;
- по длине трубы  $L$  – стандартная длина 12 м или от 1,8 м до 18 м для безнапорных труб;
- по номинальной жесткости  $G=1250$  Па,  $G=2500$  Па,  $G=5000$  Па и  $G=10000$  Па.

- по весовым параметрам 1 п.м. труб в зависимости от условного диаметра и номинальной жесткости трубы, а также физико-механические показатели материала стенки трубы для установленных диапазонов значений номинального давления и номинальной жесткости, согласно номенклатуре труб.

Кроме того, в стандарте подробно изложены требования на:

- промышленной безопасности и охране окружающей среды;
- правила приемки и контроля;
- методы контроля и испытаний;
- транспортирование и хранение;
- указание по эксплуатации;
- гарантии изготовителя.

Представленные на рассмотрение материалы содержат перечень выполненных проектов с трубами ООО «НТТ» из стеклопластика, в том числе семь проектов по г. Москве и семь в различных регионах РФ от Махачкалы до Ярославля и от Липецка до Красноярска. Из них в пяти проектах уложена канализация ливневых стоков из труб диаметром от 800 мм до 1800 мм. Имеются положительные отзывы заказчиков.

На заседании Научно-Технического Совета Департамента Жилищно-Коммунального Хозяйства и Благоустройства города Москвы», протокол №05-08-238/0 от 28 декабря 2010г рассмотрен альбом СК-40/10 МДС «Конструкции безнапорных трубопроводов хозяйственно-бытовой и дождевой канализации с применением стеклопластиковых труб изготовленных по технологии принадлежащей ООО «Новые Трубные Технологии».

В ходе обсуждения отмечено, что данные трубы по сравнению со стальными и железобетонными имеют ряд преимуществ: значительно меньший вес, легкость монтажа, долговечность, устойчивость к истиранию и меньшую стоимость.

Специалистами МАДИ выполнена проверка несущей способности безнапорных труб диаметром 1,6м; 1,4м и 1,0м и номинальной жесткостью 10000 Па из стеклопластика при расположении трубы непосредственно под дорожной одеждой на глубине 0,5 м на подвижную нагрузку НК-80.

### **Проверка прочности безнапорной трубы из стеклопластика D=1,6**

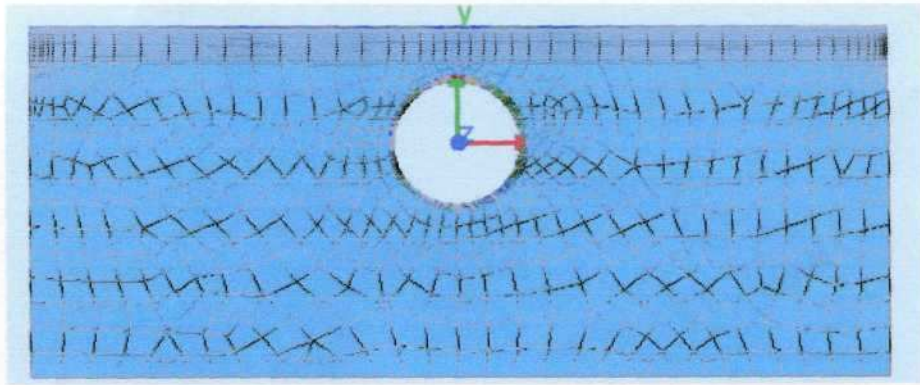
Проверка прочности трубы определяется при помощи расчетного комплекса SOFiSTiK (номер лицензии 5513-001).

Таблица физико-механических характеристик грунтов

№ п/п	Наименование	плотность грунта г/см <sup>3</sup>	E	расчетные значения		нормативные значения	
				C'	φ'	C''	φ''
				Кпа	град	Кпа	град
1	Песок	2,10	58,86	0	27	0	29,7
2	Щебень	1,74	30,0	0	29	0	31,9

Особенности расчетной схемы;

1. Использование плоско-напряженной системы .
2. Расчетная схема оболочка-стержень. Грунтовый массив задан в виде оболочек, сечение трубы- в виде замкнутого стержня прямоугольного сечения с размерами 0,03x1 м.
3. Учет нелинейности грунта.
4. Моделирование свойств грунта по модели Мора-Кулона.
5. Проверка несущей способности осуществлялась на подвижную нагрузку НК-80
6. Для определения наиболее невыгодного нагружения была смоделирована пробегка подвижной нагрузки с шагом 0,5 м
7. Коэффициент по нагрузке для НК-8Q -1,0

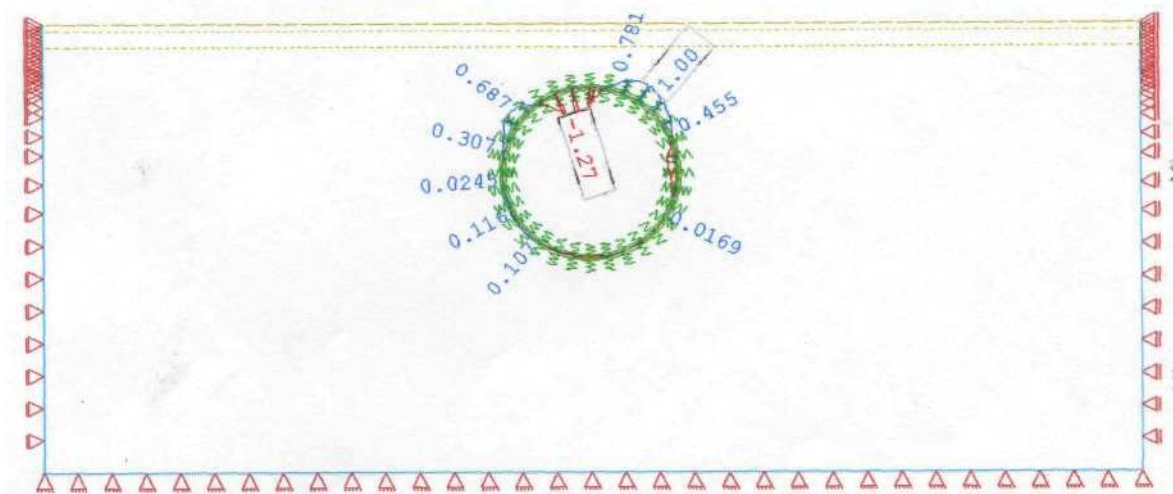


Общий вид расчетной схемы в среде SOFiSTiK

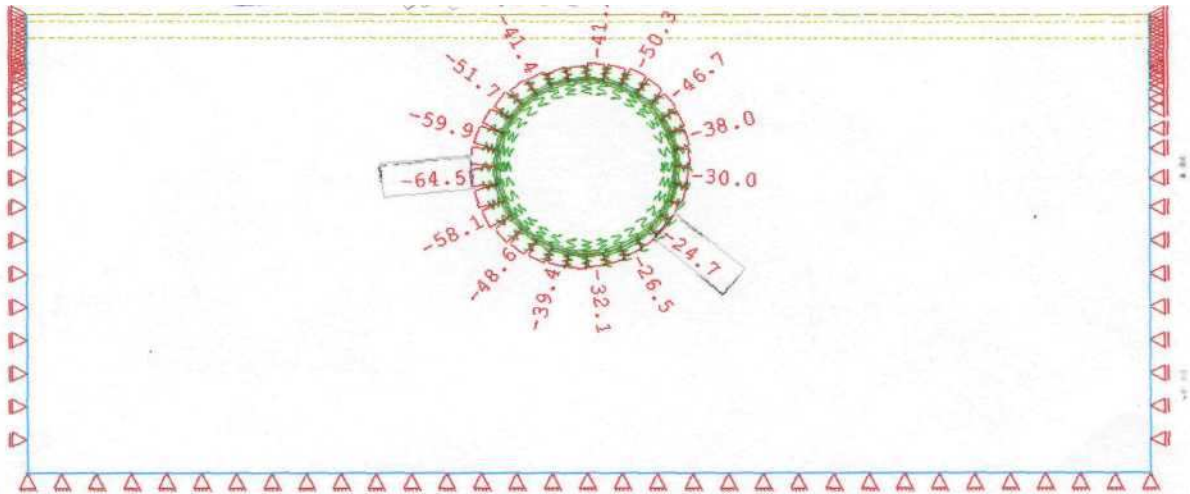
Результаты расчета:



Схема нагрузки.



Эпюра изгибающего момента.  $M_{max} = 1,27 \text{ кН*м}$



Эпюра нормальной силы.  $N_{max} = 64,5 \text{ кН}$

$$W = \frac{I}{y} = \frac{0,000002}{0,015} = 0,00013 \text{ м}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{A} = \frac{1,27}{0,00013} + \frac{64,5}{0,03} = 9769 + 2150 = 11919 \text{ кН/м}^2 = 11,92 \text{ МПа}$$

Предел прочности при растяжении в осевом направлении 55-85 МПа.

### Проверка прочности безнапорной трубы из стеклопластика $D=1,4$

Проверка прочности трубы определяется при помощи расчетного комплекса SOFiSTiK (номер лицензии 5513-001).

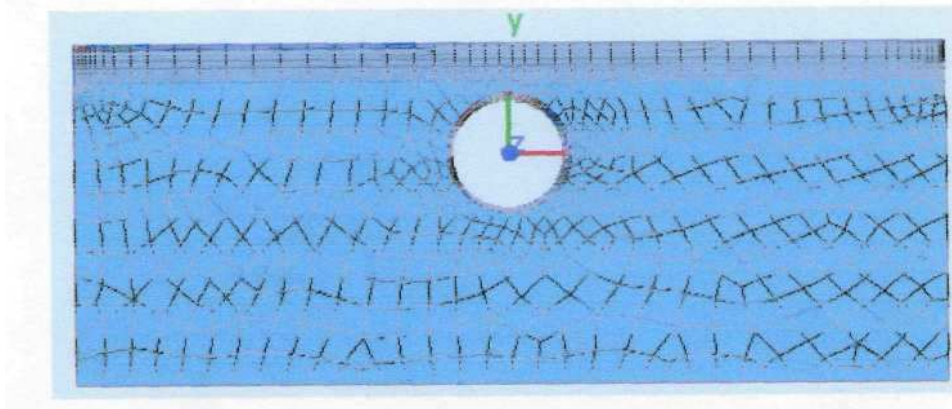
Таблица физико-механических характеристик грунтов

№ п/п	Наименование	плотность грунта г/см <sup>3</sup>	E	расчетные значения		нормативные значения	
				C'	φ'	C''	φ''
				Кпа	град	Кпа	град
1	Песок	2,10	58,86	0	27	0	29,7
2	Щебень	1,74	30,0	0	29	0	31,9



Особенности расчетной схемы;

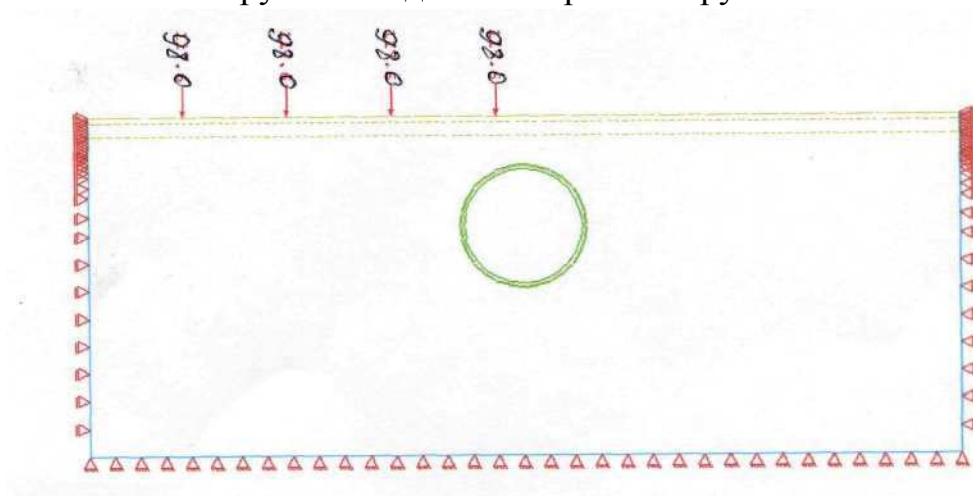
1. Использование плоско-напряженной системы .
2. Расчетная схема оболочка-стержень. Грунтовый массив задан в виде оболочек, сечение трубы- в виде замкнутого стержня прямоугольного сечения с размерами 0,027x1 м.
3. Учет нелинейности грунта.
4. Моделирование свойств грунта по модели Мора-Кулона.
5. Проверка несущей способности осуществлялась на подвижную нагрузку НК-80
6. Для определение наиболее невыгодного загрузения была смоделирована пробежка подвижной нагрузки с шагом 0,5 м
7. Коэффициент по нагрузке для НК-80 - 1,0



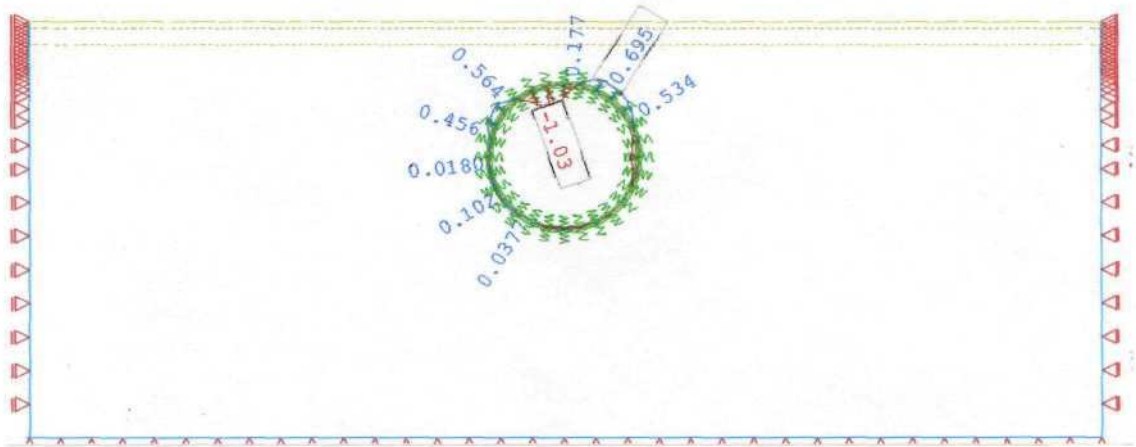
Общий вид расчетной схемы в среде SOFiSTiK

Результаты расчета:

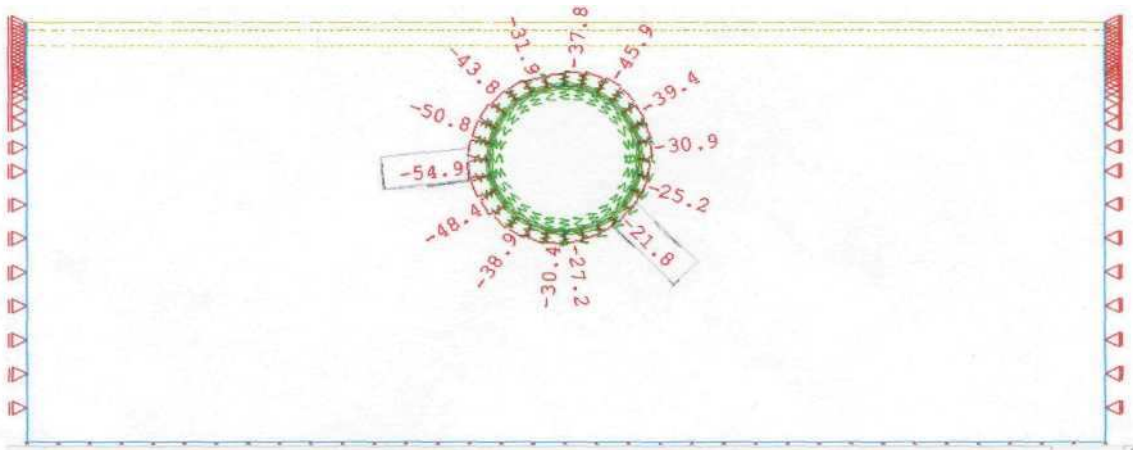
Нагрузка находится на призме обрушения:



### Схема нагрузки



Эпюра изгибающего момента.  $M_{\max} = 1,03 \text{ кН*м}$



Эпюра нормальной силы.  $N_{\max} = 54,9 \text{ кН}$

$$W = \frac{I}{y} = \frac{0,000002}{0,0135} = 0,00015 \text{ м}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{A} = \frac{1,03}{0,00015} + \frac{54,9}{0,027} = 6867 + 2033 = 8900 \text{ кН/м}^2 = 8,9 \text{ МПа}$$

Предел прочности при растяжении в осевом направлении 55-85 МПа **Про-  
верка прочности безнапорной трубы из стеклопластика**

$$D=1,0$$

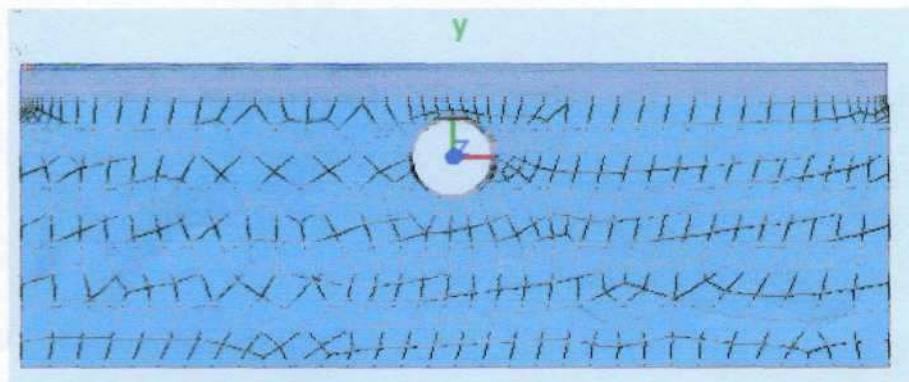
Проверка прочности трубы определяется при помощи расчетного комплекса SOFiSTiK (номер лицензии 5513-001).

Таблица физико-механических характеристик грунтов

№ п/п	Наименование	плотность грунта $\rho$ г/см <sup>3</sup>	E  Мпа	расчетные значения		нормативные значения	
				C'	$\varphi'$	C''	$\varphi''$
				Кпа	град	Кпа	град
1	Песок	2,10	58,86	0	27	0	29,7
2	Щебень	1,74	30,0	0	29	0	31,9

Особенности расчетной схемы:

1. Использование плоско-напряженной системы .
2. Расчетная схема оболочка-стержень. Грунтовый массив задан в виде оболочек, сечение трубы- в виде замкнутого стержня прямоугольного сечения с размерами 0,02x1 м.
3. Учет нелинейности грунта.
4. Моделирование свойств грунта по модели Мора-Кулона.
5. Проверка несущей способности осуществлялась на подвижную нагрузку НК-80
6. Для определение наиболее невыгодного загрузения была смоделирована пробегка подвижной нагрузки с шагом 0,5 м
7. Коэффициент по нагрузке для НК-80 - 1,0



Общий вид расчетной схемы в среде SOFiSTiK



Результаты расчета:

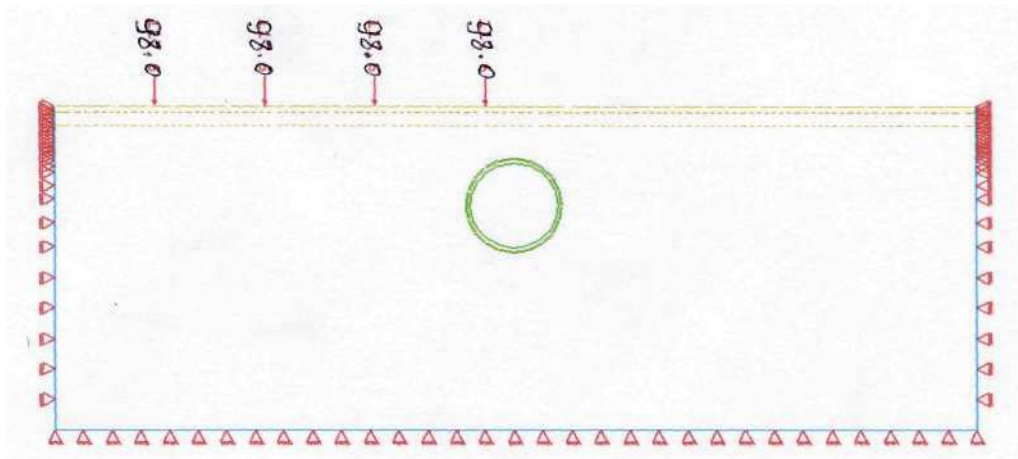
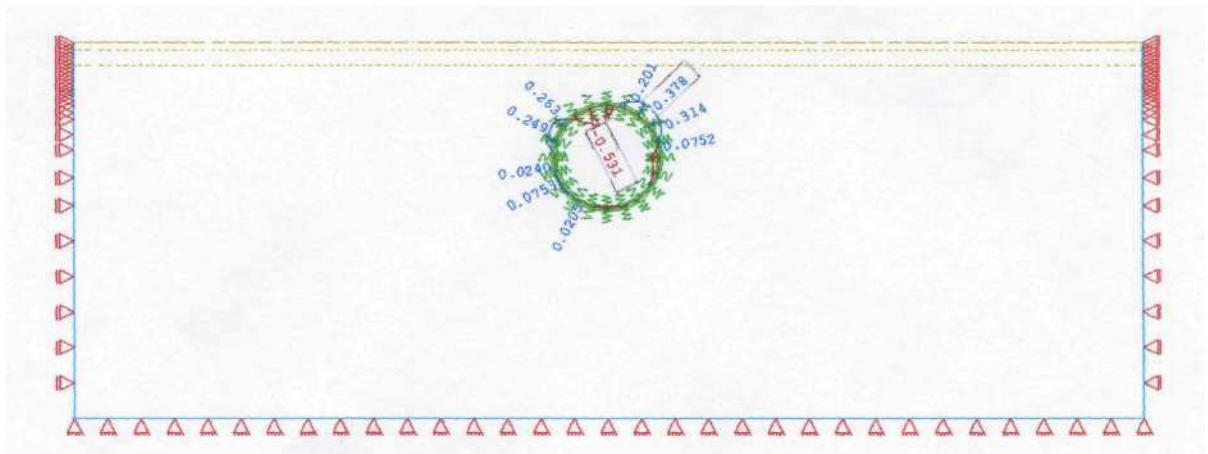
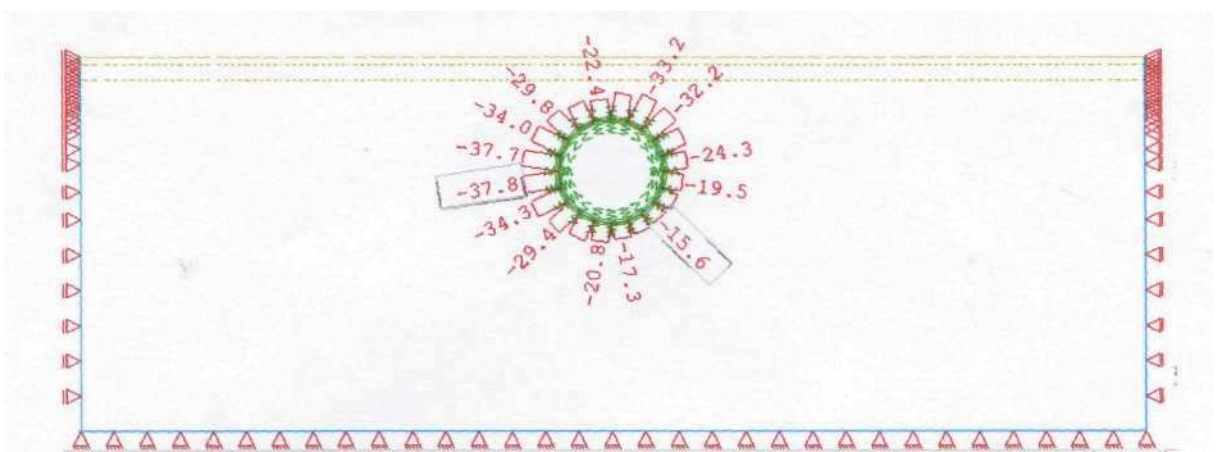


Схема нагрузки.



Нагрузка находится на призме обрушения:  
Эпюра изгибающего момента.  $M_{\max} = 0,531 \text{ кН*м}$



Эпюра нормальной силы.  $N_{\max} = 37,8 \text{ кН}$

$$W = \frac{I}{y} = \frac{0,000001}{0,01} = 0,0001 \text{ м}^3$$
$$\sigma = \frac{M}{W} + \frac{N}{A} = \frac{0,531}{0,0001} + \frac{37,8}{0,02} = 5310 + 1890 = 7200 \text{ кН/м}^2 = 7,2 \text{ МПа}$$

Предел прочности при растяжении в осевом направлении 55-85 МПа.

Результаты показали значительное превышение предела прочности трубы в осевом направлении по сравнению с полученным расчетом.

Принимая во внимание значительно (в 3-5 раз) меньший вес 1 п.м. трубы из стеклопластика по сравнению с железобетонной, можно ожидать снижение прямых затрат на транспортировку, складирование и монтаж этих труб.

По нашему мнению безнапорные стеклопластиковые трубы, изготовленные по технологии ООО «НТТ», диаметром от 0,5 м до 2,6 м и номинальной жесткостью 5000-10000 Па могут с успехом применяться для строительства малых водопропускных сооружений при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог всех категорий во всех дорожно-климатических зонах РФ в том числе методом «труба в трубе», что исключает ограничения движения автотранспорта по дороге, устройства временных объездов, а также разборки существующей дорожной конструкции и земляного полотна над трубой с последующим их восстановлением.

Главный инженер

Н.Н. Миронов