



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОН

Испытательный центр «НИЦстром»

Аттестат аккредитации № RU.MCC. АЛ.811.

Зарегистрирован в Реестре ОАО «Мосстройсертификация». Действителен до 30.07.2022 г.

111394, Москва, ул. 2-я Владимирская, д. 62а

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 03/11/161/2020

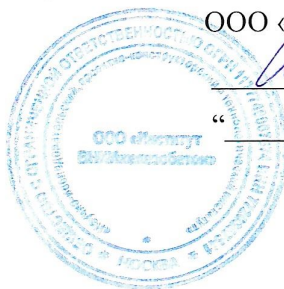
УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИЦ «НИЦстром»

ООО «Институт ВНИИжелезобетон»

А.А. Сафонов

“ ” 2020 г.



г. Москва

30 декабря 2020 г.

1. Наименование испытанного изделия.

Фрагменты безнапорных железобетонных труб 200/250.10-313/15000 с внутренним диаметром 2 000 мм (ГОСТ Р 58323-2018 «Трубы железобетонные для бестраншейной прокладки инженерных сетей. Технические условия», ТУ 23.61.12-001-04284980-2018 «Трубы железобетонные «AGAT-M» для микротоннелирования. Технические условия»).

2. Заказчик

ООО «Агат-Трейд».

3. Наименование предъявителя изделия на испытание.

ООО «Агат-Трейд».

4. Наименование изготовителя изделия

ООО «Норд Микс».

5. Основание для проведения испытаний.

Договор-счет № 03/11/161/2020 от 11.12.2020 г.

6. Цель испытаний.

Экспериментальная оценка прочности и трещиностойкости фрагментов безнапорных железобетонных труб 200/250.10-313/15000.

7. Сведение об испытанном изделии.

Для оценки прочности и трещиностойкости были предоставлены два фрагмента безнапорных железобетонных труб 200/250.10-313/15000 внутренним диаметром 2 000 мм, наружным диаметром – 2 500 мм, длиной 1000 мм, расчетной вертикальной нагрузкой 313 кН/м, усилием продавливания – 15 000 кН (ТУ 23.61.12-001-04284980-2018).

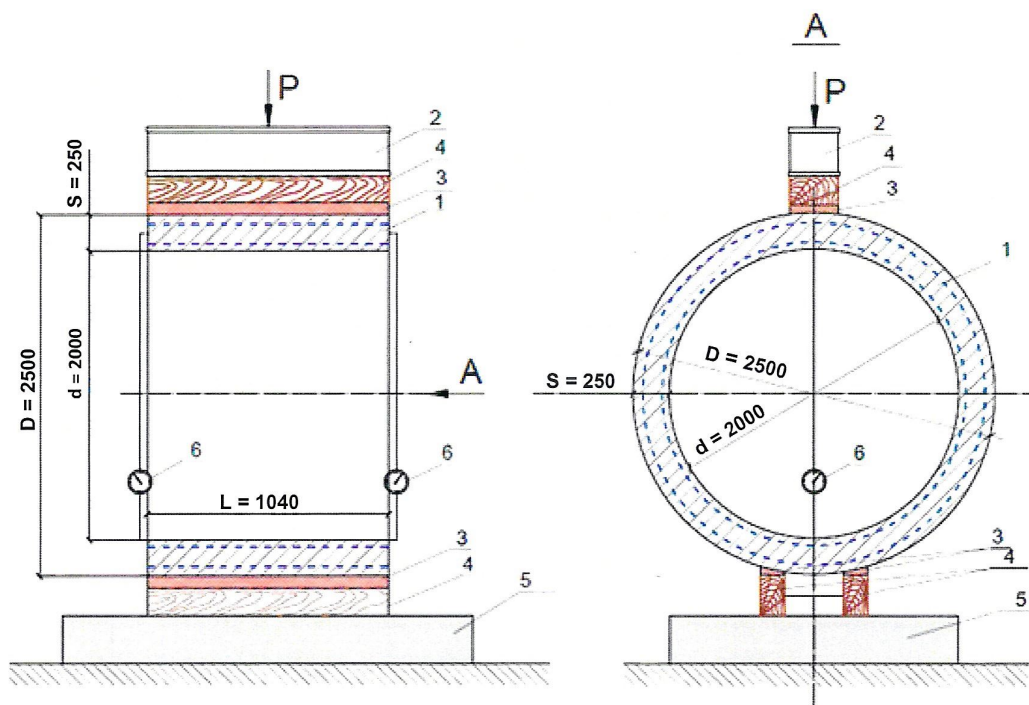
Контрольные фрагменты железобетонных труб относятся к третьей группе по несущей способности. В качестве рабочей (спиральной) используется арматура класса В500С диаметром 10 мм. Продольные стержни изготовлены из арматуры класса А240 диаметром 8 мм. Контрольные фрагменты железобетонных труб изготовлены из тяжелого бетона класса по прочности на осевое сжатие В 50.

В соответствии с рабочими чертежами труб диаметром 2 000 мм «Трубы железобетонные «АГАТ-М» для микротоннелирования» значения контрольных равномерных распределенных нагрузок на метр полезной продольной длины трубы составляет:

- для проверки трещиностойкости 224 кН/м (при которой максимальная ширина раскрытия трещины на поверхности трубы составляет не более 0,1 мм):
- для проверки прочности 407 кН/м

8. Методика испытаний.

Испытания фрагментов труб нагружением для контроля их прочности и трещиностойкости проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 8829 и ГОСТ Р 58323 по схеме (см. рисунок 1) на нагрузки, указанные в рабочих чертежах труб диаметром 2 500 мм «Трубы железобетонные «АГАТ-М» для микротоннелирования».



- 1- Фрагмент трубы; 2 - траверса; 3 - резиновые прокладки; 4 - деревянные брусья; 5 - основание (силовой пол); 6 - прогибомеры

Фрагмент трубы устанавливался горизонтально на два деревянных бруса, уложенных параллельно продольной оси трубы на неподвижное основание. Сверху на трубу вдоль ее верхней образующей цилиндрической части был уложен деревянный брус, на который устанавливалась стальная траверса. С целью равномерной передачи нагрузки на трубу под верхний и нижний брус укладывались полосы листовой резины толщиной 20 мм и твердостью по Шору 60 единиц.

Стенд для испытаний труб представляет собой силовую раму из стальных балок и винтовых колонн, установленных на монтажную плиту с пазами для крепления. Измерение нагрузки производилось электронной измерительной системой испытательного стенда Schenck POZ 1074 в состав которой входит электронный динамометр, обеспечивающий возможность измерения усилия с погрешностью не более $\pm 1\%$.

Нагружение трубы при испытании проводилось ступенями, равными 0,1 контрольной нагрузки. На каждой ступени нагрузку увеличивали равномерно в течении 2-3 мин и выдерживали трубу под этой нагрузкой в течении 10 мин.

В процессе испытаний, в начале и конце каждой ступени выдержки нагрузки производился замер вертикального прогиба (укорочение вертикального диаметра) опытного фрагмента трубы с помощью многооборотных прогибомеров 6 ПАО ЛИСИ и тщательный осмотр бетонной поверхности с целью обнаружения появления и развития трещин. При достижении контрольной нагрузки по проверке трещиностойкости, измерялась наибольшая ширина раскрытия трещин при помощи микроскопа МПБ -2 с погрешностью измерения $\pm 0,01$ мм.

Прочность железобетонной трубы оценивалась по значению нагрузки, вызывающей одно из следующих предельных состояний, свидетельствующих о том, что сопротивление трубы действию данной нагрузки исчерпано:

- текучесть спиральной арматуры, характеризующаяся шириной раскрытия трещин более 1,5 мм в трубах с двойным каркасом и более 2 мм – в трубах с одинарным каркасом;
- раздробление бетона сжатой зоны;
- разрыв спиральной арматуры;
- расслоение стенки трубы (отрыв арматуры в шельге или лотке).

Прочность трубы считается обеспеченной, если ее разрушение произошло при значении нагрузки, равной или превышающей значение контрольной нагрузки по проверке прочности, указанной в рабочих чертежах. Трещиностойкость трубы считается обеспеченной, если при контрольной нагрузке по проверке трещиностойкости значение измеренной максимальной ширины раскрытия трещин не превышает контрольного значения 0,1 мм

Стенд для испытаний железобетонных труб для контроля их прочности и трещиностойкости показан на фотографии 1.



Фото 1. Стенд для испытаний железобетонных труб на прочность и трещиностойкость.

8. Результаты испытаний.

Результаты испытаний представлены в табл.1-3, рис. 2-3 и фото 2-6.

В таблице 1 представлены результаты испытаний контрольных образцов бетона (кубы 100x100x100 мм), изготовленных из бетонной смеси одновременно с изготовлением фрагментов ж/б труб

Плотность и прочность бетона контрольных образцов кубов фрагментов ж/б труб

Фрагмент	№ образца	Плотность ρ , кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Фактический класс бетона по прочности на сжатие, В
1	1-1	2,35	56,65	В50
	1-2	2,33	57,98	
	1-3	2,32	53,91	
	1-4	2,33	53,39*	
	Среднее, \bar{X}	2,33	56,18	
	Ср. кв. откл, S	0,011	2,08	В55
	Кэфф. вар v,%	0,47	3,7	
2	2-1	2,40	62,65	В55
	2-2	2,39	62,62*	
	2-3	2,42	64,07	
	2-4	2,40	63,20	
	Среднее, \bar{X}	2,40	63,31	
	Ср. кв. откл, S	0,011	0,72	
	Кэфф. вар v,%	0,46	1,1	

Примечание: * Значения, которые не учитывались при расчете среднего значения прочности

Результаты испытаний фрагментов безнапорных труб, представлены в таблицах 2-3 и на диаграммах «нагрузка – вертикальный прогиб» (рис. 2-3). На фотографиях 2 -6 показан характер возникновения и развития трещин на различных ступенях нагружения фрагментов при испытании на раздавливание.

Таблица 2.

Результаты испытаний на раздавливание контрольного фрагмента № 1 безнапорной железобетонной трубы 200/250.10-313/15000 (ТУ 23.61.12-001-04284980-2018 «Трубы железобетонные «АГАТ-М» для микротоннелирования. Технические условия»).

№ ступени	Нагрузка, кН/м	Значения индикатора №1 после выдержки 10 мин., (мм)	Значения индикатора №2 после выдержки 10 мин., (мм)	Среднее значение, (мм)	Примечание
0	0,0	0,00	0,00	0,00	-
1	40,0	0,01	0,02	0,015	-
2	80,0	0,03	0,35	0,19	-
3	120,0	0,36	0,73	0,545	-
4	160,0	0,84	1,22	1,03	Момент трещинообразования. Образование трещины на внутреннем ребре торца трубы сверху. Ширина раскрытия 0,05 мм.
5	200,0	1,86	2,13	1,995	Образование трещин на внутренней стороне сверху и снизу. На наружной образующей на 2-й стороне. Ширина раскрытия 0,05 мм.
6	224,0	2,23	2,52	2,375	Контрольная нагрузка по трещинообразованию ($\leq 0,1$ мм). Появление новых трещин, $\delta_{\max} = 0,08$ мм.
7	240,0	2,54	2,91	2,725	Появление новых трещин по торцу снизу с выходом на внутреннюю поверхность. Появление горизонтальных трещин на наружных образующих поверхностях трубы. Развитие имеющихся трещин, $\delta_{\max} = 0,15$ мм.
8	280,0	3,67	4,20	3,935	Раскрытие имеющихся трещин. Максимальная ширина раскрытия $\delta_{\max} = 0,25$ мм.
9	320,0	5,31	5,69	5,50	Раскрытие и развитие (разветвление) имеющихся трещин (5 трещин снизу внутри). $\delta_{\max} = 0,30$ мм.
10	360,0	6,99	7,01	7,00	Раскрытие и развитие имеющихся трещин. $\delta_{\max} = 0,35$ мм.
11	407,0	8,66 (11,74)	8,75 (11,59)	8,705	Контрольная нагрузка по прочности (407 кН/м). Раскрытие и развитие имеющихся трещин. При выдержке под нагрузкой – раскрытие трещин по торцам сверху и снизу. Максимальная ширина раскрытия трещин 0,4 мм. Потеря несущей способности трубы на 13-й минуте выдержки, нагрузка упала до 320 кН.
12	447,0				
Линия на диаграмме					

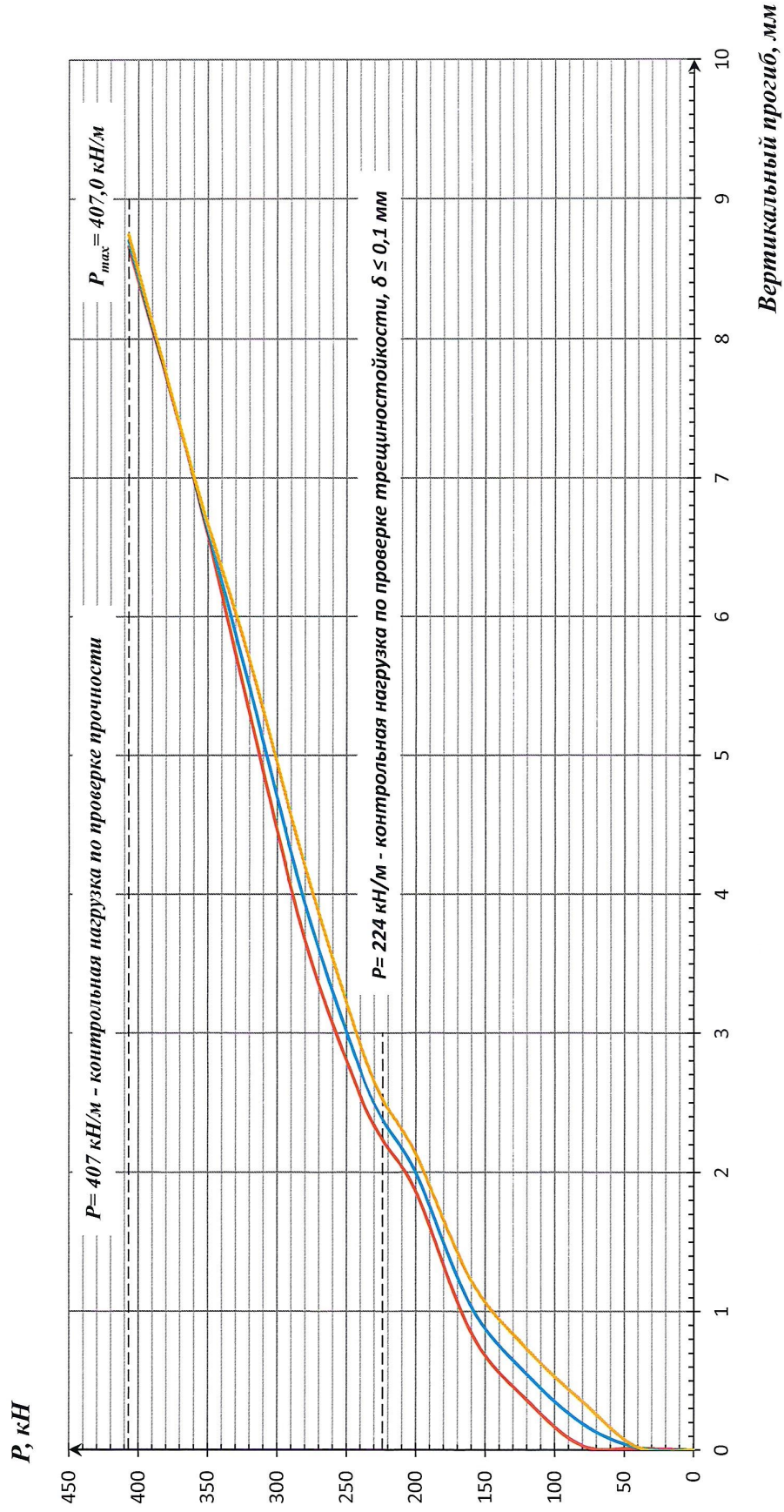


Рис. 2. Диаграмма деформирования «нагрузка – вертикальный прогиб» фрагмента № 1 железобетонной трубы 200/250.10-313/15000.



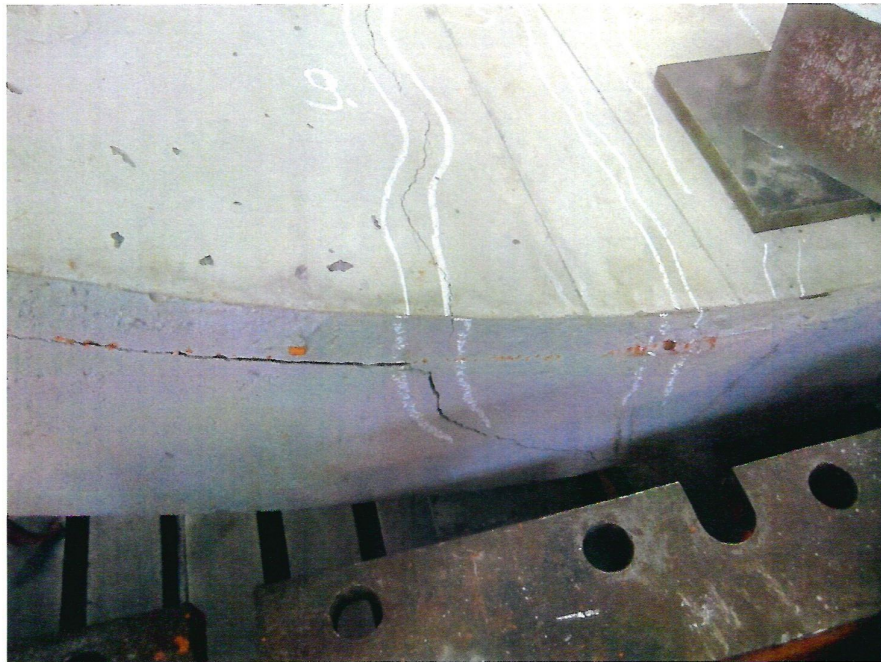
Фото 2. Характер развития трещин на боковой поверхности фрагмента №1 ж/б трубы 200/250.10-313/15000 (цифры обозначают номер ступени нагружения при которой произошло образование трещин).



Фото 3. Характер развития радиальных трещин в нижнем сечении фрагмента №1 ж/б трубы 200/250.10-313/15000.



а)




б)

Фото 4. Характер разрушения фрагмента №1 ж/б трубы 200/250.10-313/15000. Потеря несущей способности в результате образования сквозных косых трещин шириной раскрытия более 2 мм в сжатой зоне бетона в верхнем (а) и нижнем (в) сечении фрагмента.

Таблица 3

Результаты испытаний на раздавливание контрольного фрагмента № 2 безнапорной железобетонной трубы 200/250.10-313/15000 (ТУ 23.61.12-001-04284980-2018 «Трубы железобетонные «АГАТ-М» для микрогтоннелирования. Технические условия»).

№ ступени	Нагрузка, кН/м	Значения индикатора №1 после выдержки 10 мин., (мм)	Значения индикатора №2 после выдержки 10 мин., (мм)	Среднее значение, (мм)	Примечание
1	0,0	0,00	0,00	0,00	-
2	40,0	0,01	0,03	0,02	-
3	80,0	0,08	0,26	0,17	-
4	120,0	0,27	0,48	0,375	-
5	160,0	0,71	0,83	0,77	-
6	200,0	1,34	1,43	1,385	Момент трещинообразования. Появление трещин внутри кольца сверху и снизу. Максимальная ширина раскрытия трещин $\delta_{\max} = 0,5$ мм
7	224,0	1,70	1,83	1,765	Контрольная нагрузка по проверке трещинообразованию. Ширина раскрытие трещин $\delta_{\max} = 0,075$.
8	240,0	2,04	2,26	2,15	Развитие имеющихся трещин. $\delta_{\max} = 0,12$ мм
9	280,0	3,84	3,52	3,68	Раскрытие имеющихся и появление дополнительных горизонтальных трещин с противоположных сторон на наружных образующих поверхностях трубы. $\delta_{\max} = 0,2$ мм.
10	320,0	4,81	4,48	4,645	Увеличение длины и ширины раскрытия имеющихся трещин. Максимальная ширина раскрытия трещин $\delta_{\max} = 0,25$ мм.
11	360,0	5,98	5,72	5,85	Развитие имеющихся и появление новых трещин. Максимальная ширина раскрытия $\delta_{\max} = 0,30$ мм.
12	407,0	8,11	7,61	7,86	Контрольная нагрузка по прочности. Общее количество трещин в бетоне на наружной поверхности трубы 9 шт, $\delta_{\max} = 0,4$ мм
13	447,0	9,80	9,24	9,52	Развитие имеющихся трещин, $\delta_{\max} = 0,5$ мм.
14	449,0				При дальнейшем нагружении – потеря несущей способности. Раскрытие трещин более 2,0 мм
Линия на диаграмме					

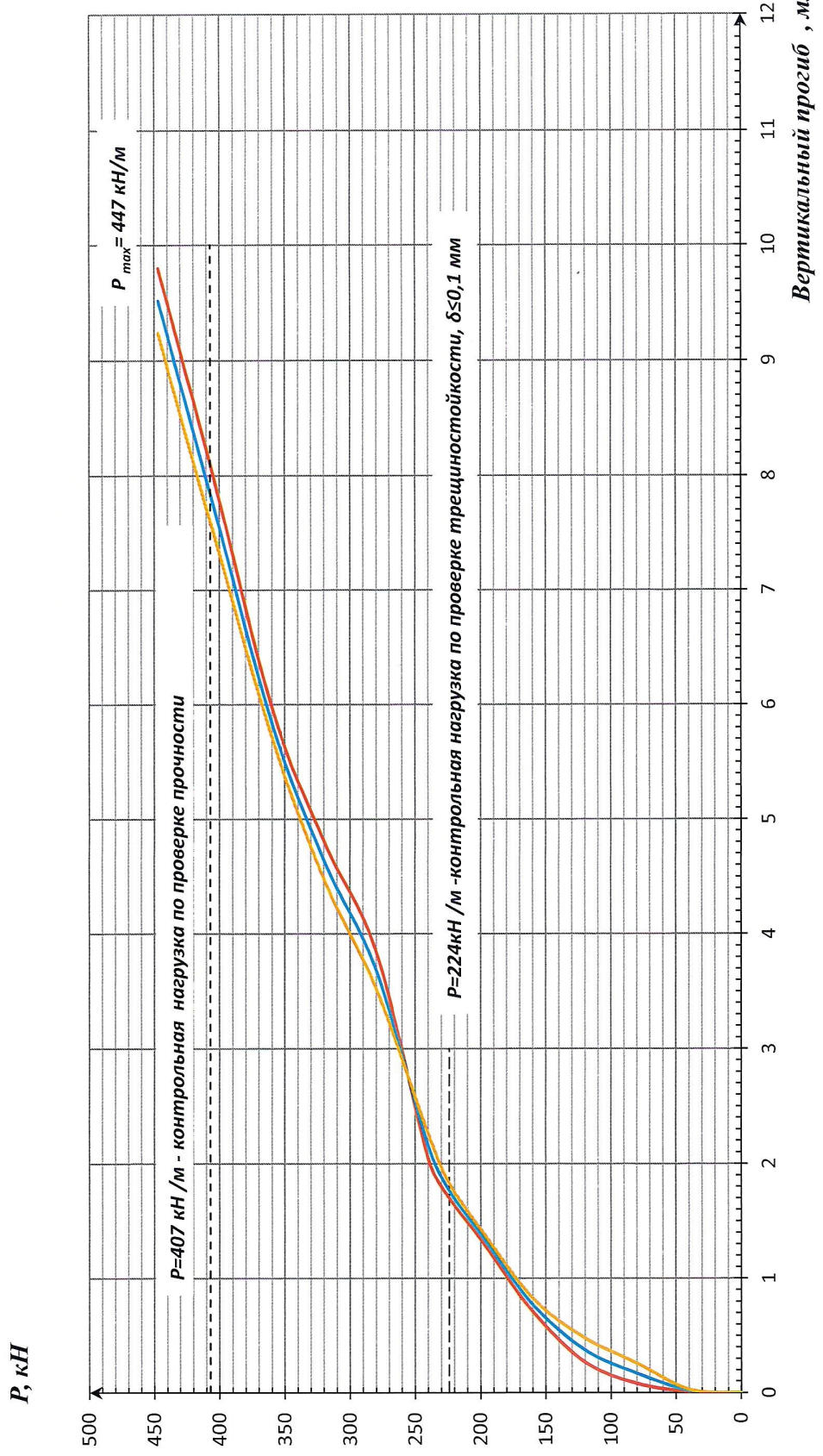
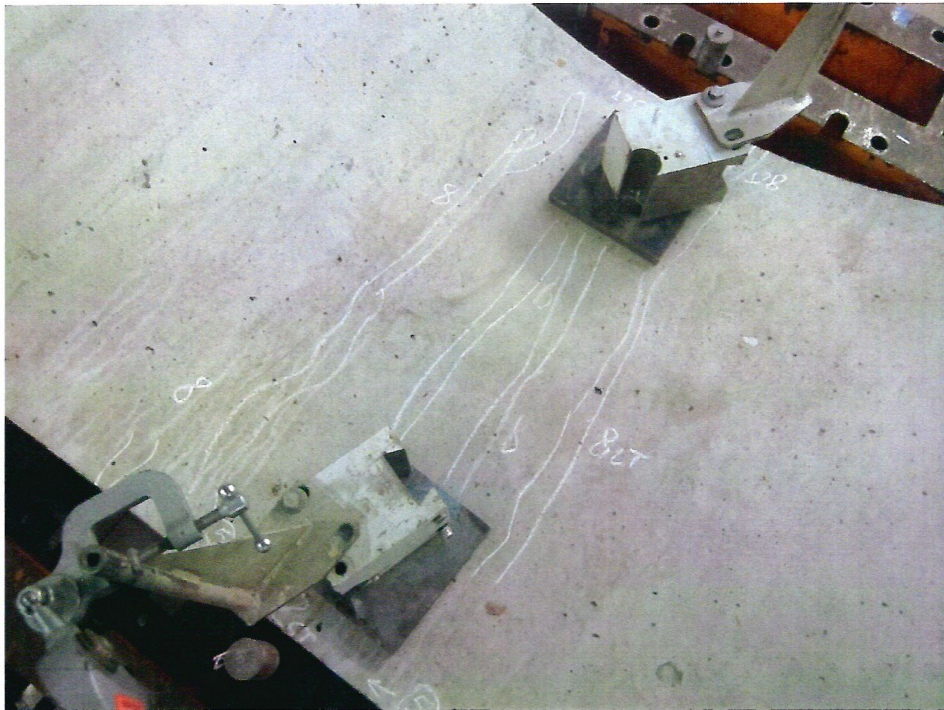


Рис. 3. Диаграмма деформирования «нагрузка – вертикальный прогиб» фрагмента № 2 железобетонной трубы 200/250.10-313/15000.

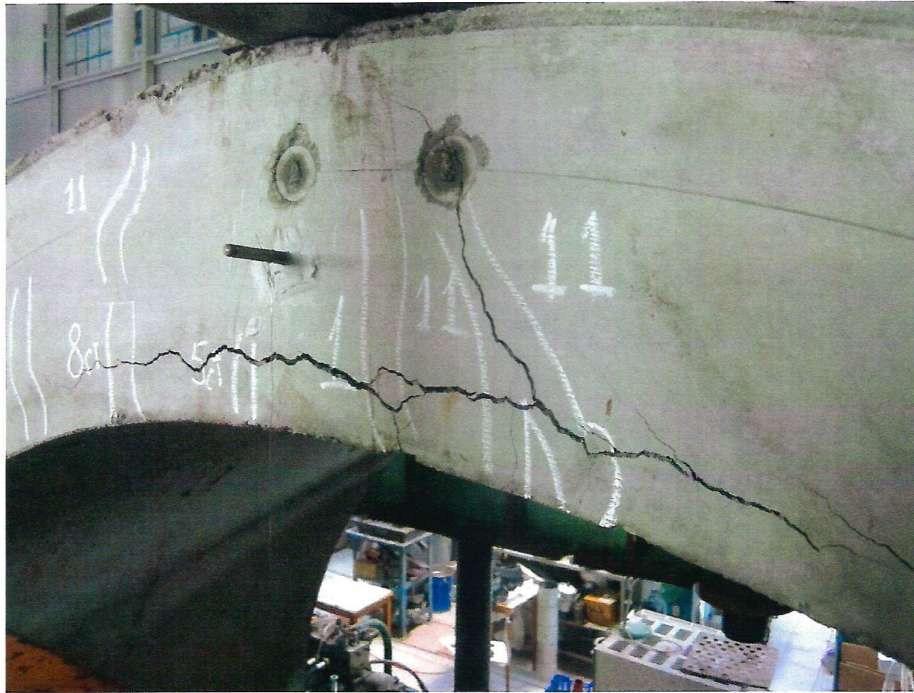


a)

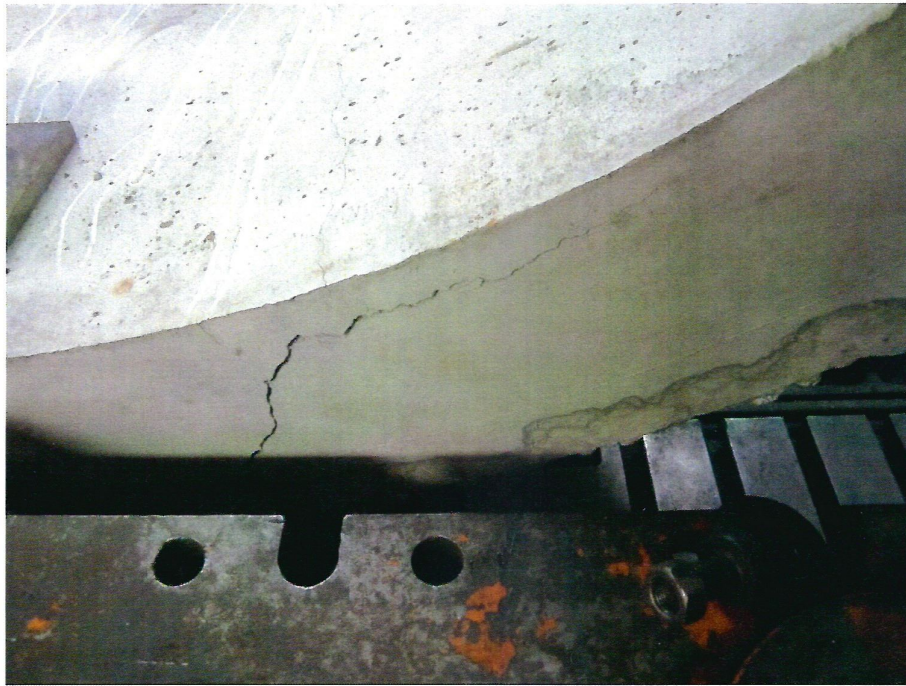


б)

Фото 5. Характер развития трещин на боковых и внутренних поверхностях фрагмента № 2 ж/б трубы 200/250.10-313/15000 (цифры обозначают номер ступени нагружения при которой произошло образование трещин).



а)



б)

Фото 6. Характер разрушения фрагмента № 2 ж/б трубы 200/250.10-313/15000. Потеря несущей способности в результате образования сквозных косых трещин в сжатой зоне бетона с шириной раскрытия более 2 мм в верхнем (а) и нижнем (б) сечении фрагмента.

9. Заключение.

В результате проведенных испытаний фрагментов труб 200/250.10-313/15000 с целью оценки их прочности и трещиностойкости установлено:

1. Для фрагмента трубы № 1 200/250.10-313/15000:

- Момент трещинообразования, составил 160 кН/м;
- При контрольной нагрузке по проверке трещинообразования 224 кН/м максимальная ширина раскрытия трещин составила 0,08 мм при контрольном значении - 0,1 мм;
- Прочность фрагмента составила 407 кН/м, что соответствует контрольному значению нагрузки по проверке прочности указанному в рабочих чертежах.

2. Для фрагмента трубы № 2 200/250.10-313/15000:

- Момент трещинообразования, составил 200 кН/м
- При контрольной нагрузке по проверке трещинообразования 224 кН/м максимальная ширина раскрытия трещин составила 0,075 мм при расчетном - 0,1 мм;
- Прочность фрагмента составила 447 кН/м, что выше контрольного значения нагрузки по проверке прочности на 9,8 %.

Вывод

На основании результатов проведенных испытаний двух фрагментов железобетонных труб 200/250.10-313/15000 (ГОСТ Р 58323-2018 «Трубы железобетонные для бестраншейной прокладки инженерных сетей. Технические условия», ТУ 23.61.12-001-04284980-2018 «Трубы железобетонные «AGAT-M» для микротоннелирования. Технические условия») можно сделать вывод что, они соответствуют требованиям по трещиностойкости и прочности, установленным в рабочих чертежах труб диаметром 2 000 мм «Трубы железобетонные «AGAT-M» для микротоннелирования».

Руководитель отдела испытаний
Департамента научных проектов
ООО «Институт ВНИИжелезобетон»


Г.М. Зверинский

Ведущий инженер-испытатель
Департамента научных проектов
ООО «Институт ВНИИжелезобетон»


А.Ю. Федулов

