

УДК 624.01/.07

М.А. Давиденко

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ ТРУБ
И СТЕНОВЫХ КОЛЕЦ, АРМИРОВАННЫХ АНКЕРНОЙ ФИБРОЙ**

В статье приведены результаты испытаний фибробетонных труб Ø 400 мм и Ø 600 мм, армированных стальной фиброй. Показано, что нагрузка по трещиностойкости для сталефибробетонных труб превышает соответствующую нагрузку для железобетонных труб, в 2,24 раза, а нагрузку по несущей способности – в 1,37 раза.

Ключевые слова: фибробетонные трубы; железобетонные трубы; трещиностойкость; несущая способность.

У статті приведені результати випробувань фібробетонних труб Ø 400 мм і Ø 600 мм, армованих сталевую фіброю. Показано, що навантаження по тріщиностійкості для фібробетонних труб перевищує відповідне навантаження для залізобетонних труб, в 2,24 рази, а навантаження по несучої здатності - в 1,37 рази.

Ключові слова: фібробетонні труби; залізобетонні труби; тріщиностійкість; несуча здатність.

The article shows the results of the research steel fiber-reinforced pipes diameter 400 mm and Ø 600 mm, reinforced by steel fiber. It is shown that the load at the moment of appearance of cracks for steel-fibre pipes above the load for the standard reinforced concrete pipes, 2,24 times, and load moment fracture strength – 1,37 times.

Keywords: fiber-concrete pipes; concrete pipes; crack resistance; load bearing capacity.

Введение. Внедрение сталефибробетонных труб в производство позволяет значительно снизить трудоемкость виготовування, за счет отказа от сварки и установки каркасов. Устранить продольные трещины при вибропресуванні и формировании торцевых фасок, повысить прочность бетона на растяжение за счет объемного (дисперсного) армирования. Поэтому определение нагрузки по трещиностойкости для сталефибробетонных труб и сравнение соответствующей нагрузки для железобетонных труб требует проведения дополнительных испытаний.

Цель задачи. Провести испытания труб и стеновых колец, изготовленных из сталефибробетона, методом вертикального вибропрессования.

Испытания труб и стеновых колец, изготовленных из сталефибробетона, методом вертикального вибропрессования проводили с использованием испытательной машины ПС-15 (ЗИМ, Армавира) и ОАО «Ком-

бинат Стройиндустрия», согласно ГОСТ 6482-88 [1]. Схема установки и проведение испытаний конструкций труб и стеновых колец погонной нагрузкой показана на рис. 1. Перед испытаниями трубы $\varnothing 400$ мм и $\varnothing 600$ мм с помощью дисковой алмазной пилы нарезали на отдельные образцы длиной 1000 мм для возможности установки между направляющими пресса ПС 15.

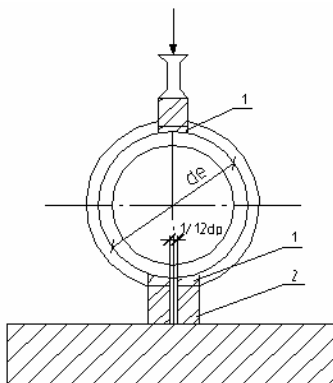


Рис. 1. Проведение испытаний труб $\varnothing 400$ мм и $\varnothing 600$ мм

Отрезок трубы (либо кольцо) длиной 1000 мм устанавливали горизонтально на два деревянных бруса сечением 100х100 мм (2), уложенных параллельно продольной оси трубы (кольца) на неподвижное основание. Сверху на трубу вдоль верхней образующей цилиндрической части устанавливали стальную траверсу. С целью равномерной передачи нагрузки на трубу под верхний брус и на нижние бруски укладывали полосы листовой резины (2) толщиной 30 мм.

Нагружение проводили ступенями равномерно, наращивая нагрузку в течение 2-3 мин. до достижения 0,1 контрольной, указанной в

табл. 2 ГОСТ 6482-88 [1], и поддерживая ее в течение 10 мин. При достижении нагрузки, равной контрольной (при проверке трещиностойкости), исследовали появление трещин на внутренней и внешней поверхности конструкций.

Измерение деформаций растяжения сталефибробетона выполняли с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,001 мм и базой 200 мм, рис. 2. Полученные результаты измерения длины хорды, соответствующие базе испытаний, пересчитывали на деформации длины дуги. Для измерения ширины раскрытия трещин использовали отсчетный микроскоп МПБ-2 с увеличением $24\times$ и ценой деления 0,05 мм.

В результате испытаний устанавливали максимальную погонную нагрузку и деформации растяжения внутренней растянутой грани труб и стеновых колец. Образование трещин происходило в диаметральных горизонтальных и вертикальных сечениях, следуя эпюре изгибающих моментов: на внутренней поверхности - под погонной нагрузкой и у опоры, на внешней поверхности - справа и слева от оси приложения нагрузки. Ширина раскрытия трещин по результатам измерения микроскопом в трубах $\varnothing 400$ мм и $\varnothing 600$ мм, серии Т 40, Т 60 в момент достижения предельной нагрузки составляла 0,3 мм, рис. 3.

Трещины образовывались практически одновременно в растянутых зонах: на внутренней стороне кольца – в месте приложения погонной нагрузки и опоры; с внешней стороны – на боковых сторонах кольца. На основе результатов испытаний предусматривалось сопоставление максимальной нагрузки стеновых колец, армированных стальной фиброй с содержанием фибры 45 кг/м^3 , с содержанием фибры 15 кг/м^3 и стеновых колец с традиционным армированием сетками диаметром 4 мм ВрІ.



Рис. 2. Измерение деформаций растяжения сталефибробетона

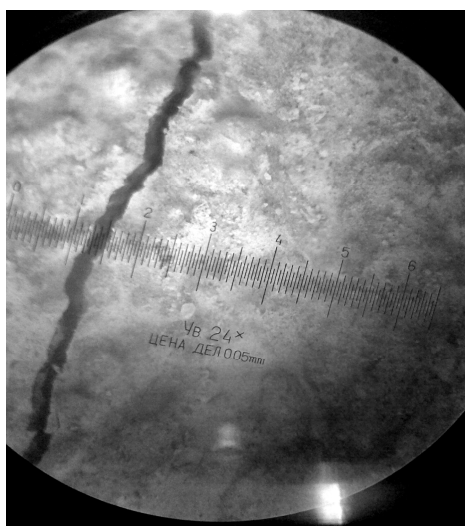


Рис. 3. Характер образования и ширина раскрытия трещин на внутренней поверхности труб серии Т 40, Т 60 под траверсой

В результате испытаний установлено: максимальная погонная нагрузка для стеновых колец, серии КС-2 составила – 42,50 кН/м, что превышает нагрузку трещинообразования для стеновых колец с традиционным армированием сетками диаметром 4 мм ВрІ ($P_{тр} = 36,7$ кН/м).

Результаты испытаний сталефибробетонных труб Ø 400 мм и Ø 600 мм приведены в табл. 1. В процессе испытаний устанавливали максимальную погонную нагрузку и деформации растяжения стенки труб.

Таблиця 1

*Результаты испытаний фибробетонных труб
Ø 400 мм и Ø 600 мм, армированных стальной фиброй*

Шифр серии	$P_{тр} / P_{прочн}, \text{кН/м}$	$\varepsilon_{bt}, \text{f} \times 10^{-5}$	$P_{тр}^{III}, \text{кН/м}$ ГОСТ 6482	$P_{прочн}^{III}, \text{кН/м}$ ГОСТ 6482
Т 40	72,25 / 72,25	65,2	25,9	47,1
Т 60	79,0 / 79,0	72,0	29,6	53,9
ТК60	35,2 / 57,5	96,0	29,6	53,9
V	7,24	8,6	-	-
β	4,2	5,29	-	-

Примечание.

В таблице указаны коэффициенты вариации V и величины относительной погрешности β .

Трещины в трубах образовывались в растянутых зонах в соответствии с эпюрой моментов от двух сосредоточенных сил [2]: на внутренней поверхности трубы – в месте приложения погонной нагрузки и у опоры и на внешних боковых сторонах трубы.

Первые трещины появлялись в месте приложения сосредоточенных сил: под траверсой и на опоре, а затем на внешних боковых поверхностях

Диаграммы «нагрузка-деформации растяжения» для труб, армированных стальной фиброй Ø 400 мм и Ø 600 мм серии Т 40, Т 60, полученных в результате испытаний, строили по результатам каждого из испытанных отрезков труб, длиной 1000 мм. Отличие величин максимальной нагрузки и предельных деформаций растяжения приведенных диаграмм укладывается в пределы допустимого разброса.

Сопоставление усредненных диаграмм испытаний труб Ø 400 мм и Ø 600 мм, армированных стальной фиброй и арматурным каркасом приведено на рис. 4.

Как видно из табл. 1 и рис. 4 сталефибробетонные трубы показали большее значение разрушающей нагрузки по сравнению с трубами, армированными арматурными каркасами: для труб Ø 400 $P_{прочн} = 72,25 \text{ кН/м}$, а

для труб Ø 600 $P_{прочн} = 79,0 \text{ кН/м}$.

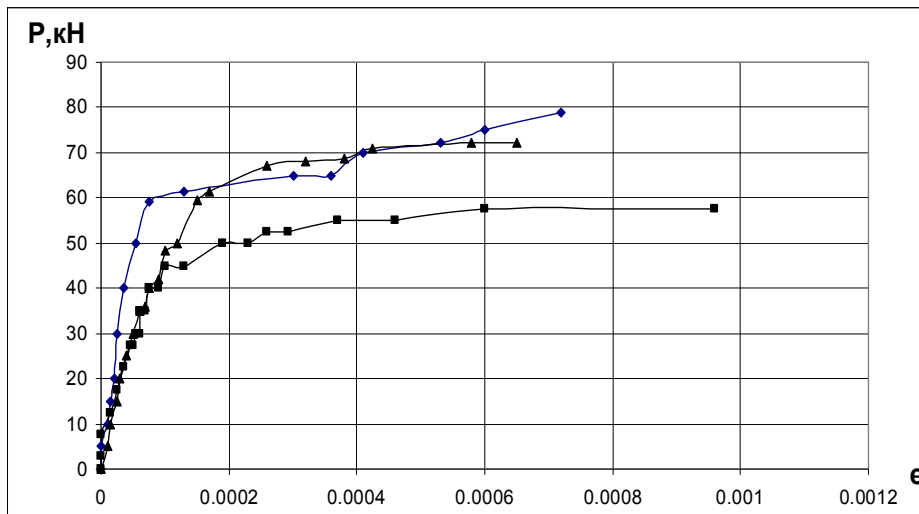


Рис. 4. Сопоставление усредненных диаграмм испытаний труб $\varnothing 400$ мм и $\varnothing 600$ мм:

- — труба $\varnothing 400$ мм сталефибробетонная;
- — труба $\varnothing 600$ мм сталефибробетонная;
- — труба $\varnothing 600$ мм стандартная с арматурным каркасом

Согласно ГОСТ 6482-88 [1] железобетонные трубы должны быть прочными и трещиностойкими при испытании их контрольной нагрузкой. Контрольная погонная нагрузка для труб, армированных стальным каркасом с радиальной и продольной арматурой $\varnothing 600$ мм для III группы несущей способности, соответствующей расчетной высоте засыпки грунтом 6 м, составляет: по трещиностойкости – 29,6 кН/м, а по прочности – 53,9 кН/м; для труб $\varnothing 400$ мм – соответственно: 25,9 кН/м и 47,1 кН/м.

В процессе испытаний выявлено, что для сталефибробетонных безнапорных труб первые трещины появляются при достижении разрушающей нагрузки в отличие от труб, армированных каркасами.

Вывод. Таким образом, нагрузка по трещиностойкости для сталефибробетонных труб превышает соответствующую нагрузку для железобетонных труб, примерно, в 2,24 раза, а нагрузку по несущей способности – в 1,37 раза. Учитывая, что после появления трещин в трубе усиливается действие коррозии арматуры, эта нагрузка для безнапорных труб может быть определяющей. В соответствии с эпюрой изгибающих моментов в трубе от двух сосредоточенных сил, первые трещины появлялись на внутренней поверхности труб в месте приложения нагрузки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Трубы железобетонные безнапорные. Технические условия: ГОСТ 6482-88. – [Введ. с 01.01.90]. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 75 с.
2. Клейн Г.К. Расчет труб, уложенных в земле. – М.: Госстройиздат, 1957. – 194 с.

Стаття надійшла до редакції 25.12.2014

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Енергетичне та водного господарське будівництво» Одеської державної академії архітектури та будівництва **К.В. Єгупов**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Технології та організація будівництва» Національного університету біоресурсів та природокористування України **О.І. Давиденко**