

## INFLUENCE OF FILLING SOIL FROM PIPE SIDE ON PIPE STRENGTH

*Ph.D., associate professor **Abdimuminov E.F.**,  
Doctor of Technical Sciences, prof. **Khuzhakulov R.**,  
art teacher **Nabiev E.S.**  
<sup>1,2,3</sup>Karshi Engineering and Economic Institute*

### ABSTRACT

The aim of the article is to study the stress-strain state of rigid underground pipes in different conditions of laying and loading. Here attention is paid to the testing of pipes according to the scheme of two forces in underground conditions.

© 2019 Hosting by Central Asian Studies. All rights reserved.

### ARTICLE INFO

#### *Article history:*

Received 30 September 2020  
Revised form 16 October 2020  
Accepted 10 December 2020

#### *Keywords:*

*stress, strain, pipe, strength, soil.*

\*\*\*

### 1. INTRODUCTION

В настоящее время в республике Узбекистана осуществляется применение укладки жестких труб круглого поперечного сечения в подземных условиях, изготовленные из таких материалов как бетон, железобетон, асбестоцемент, керамика, термопластика и др., трубопроводы для водоснабжения, канализация, дренаж и нефтепроводов [1;2].

В гидротехническом, промышленном и гражданском строительстве все более широкое применение получают жесткие трубопроводы различного назначения, начиная от магистральных трубопроводов большого диаметра и кончая поливным трубам [3].

Кроме того с развитием техники и технологии качественно и количественно улучшилось производство труб из разных материалов.

Большое значение имеет устройство закрытых отводящих систем в условиях водоснабжения и орошения, в том числе жестких труб уложенных в земле.

В этой связи особенно важно проводить экспериментальных исследования и разработать методы расчёта жестких трубопроводов в подземных условиях.

Для сооружения закрытых систем часто применяют жесткие трубы, они дешевы, надежны в работе, а продолжительность службы таких труб весьма велика. Хотя жесткие трубы используются уже в течение многих лет, их несущая способность исследованы ещё недостаточно. Это относится к экспериментальным исследованиям и методам расчета трубопроводов заложенных в земле. В частности не изучено влияния грунта засыпка с боков трубы на нее прочность и жесткость.

По этому нами проведено исследование напряженно – деформированного состояния подземных труб (термопластические керамические, асбестоцементные, железобетонные и др.) в различных условиях заложения и погружения. Проведение обстоятельных экспериментальные исследования с целью получения достоверных результатов о работе таких труб в различных условиях. Разработка инженерного метода расчета этих труб в условиях плоской задачи. Выработка рекомендаций по применению жестких труб.

Основной задачей настоящей работы является исследование подземных жестких труб. Однако, в целях последующего сравнения результатов, часть труб испытаны в воздушной среде по схеме двух сил.

В результате опытов выявлена действительная картина напряженно деформированного состояния исследуемых труб под нагрузками вплоть до разрушения. Приведено сравнение результатов испытания труб в воздушной среде с результатами для подземных труб. Установлена зависимость несущей способности жестких труб от плотности грунта и типа основания под трубой. Разработан инженерный метод расчета труб круглого поперечного сечения.

В опытах измерялись нагрузка, перемещения стенки трубы вверху и у дна, а также на уровне горизонтального диаметра; относительные деформации в окружном направлении, а для подземных труб, кроме того-характеристики плотности грунта и давление грунта на трубу.

В данной работе представлены схемы загрузки и результаты испытания в воздушной и в грунтовой среде керамических труб  $d=200$ мм.

После подготовке трубы к испытаниям, она укладывалась в горизонтальном положении между деревянными брусками. Бруски сечением  $10 \times 10$  см имели длину, равную длине трубы. Поверхности брусков специально не обрабатывались и оставлены плоскими. Нагрузка на трубы передавалась ступенями по  $0,5$  кН и трубы доводились до разрушения.

Изменения вертикального диаметра трубы при испытании ее по схеме двух сил (2) составляет:

$$\Delta d = 1,788 \frac{P}{E} \left(\frac{r}{\delta}\right)^3; \quad \xi_d = A \left(\frac{r^2}{\delta^3}\right), \quad (1)$$

где  $A$  – некоторые постоянные числа;  $r$  – радиус трубы;  $\delta$  – толщина стенки.

В наших опытах соотношение  $(r : \delta)^3$  для трубы большого диаметра составляет  $(10 : 2,4)^3 = (4,166)^3$ , для трубы малого диаметра  $(6,25 : 1,3)^3 = (3,472)^3$ . А также соотношение  $(r^2 : \delta^3)$  соответственно:  $10^2 : 2,4^3 = 7,234$  и  $6,25^2 : 1,8^3 = 6,698$ . В формуле (1) сокращение вертикального диаметра трубы прямо пропорциональны соотношениям  $(r : \delta)^3$  и  $(r^2 : \delta^3)$ , что соответствует результатам испытаний.

Результаты испытаний труб в воздушной среде в виде графиков зависимости деформации стенки трубы по кольцевому направлению в растянутых зонах ( $\xi_{ки}^P$ ) и в сжатых зонах ( $\xi_{ки}^C$ ) от нагрузки ( $P$ ) представлены на рис. 1.

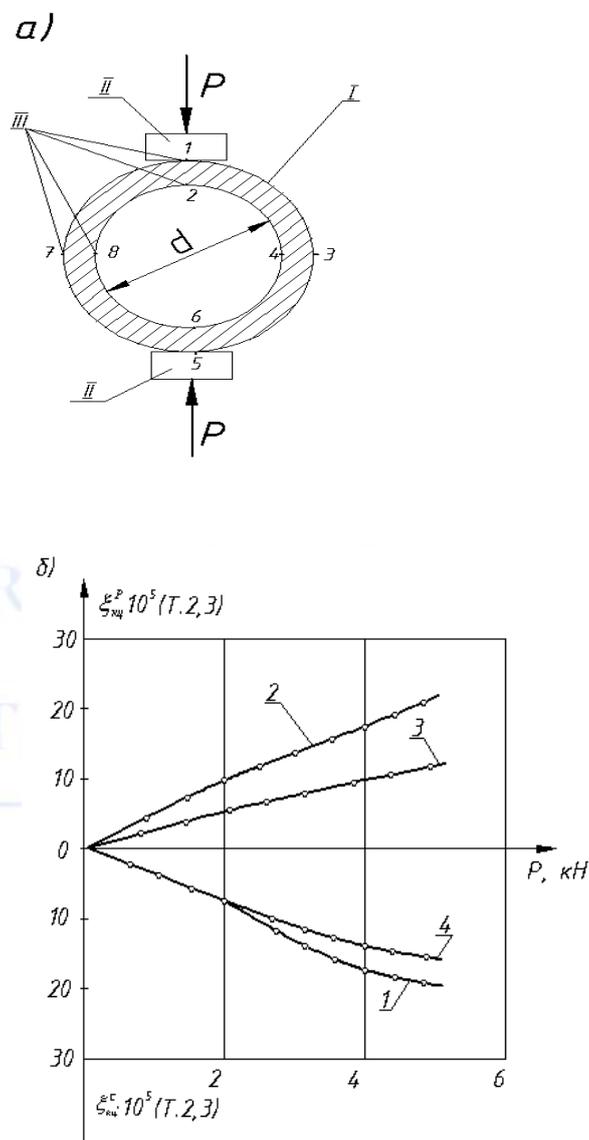


Рис. 1. Загрузка трубы по схеме двух сил в воздушной среде: а) схема загрузки – I труба; II – бруски; III – тензодатчики; б) относительные деформации для трубы  $d = 200$  мм.

Из графиков видно, что деформация на растянутой поверхности стенки по концам вертикального диаметра (точка 2 и 6) трубы больше, чем по концам горизонтального диаметра (точки 3 и 7) трубы при одних и тех же нагрузках. Деформации в сжатых зонах поверхности стенки

трубы (точки 1 и 4) почти одинаковы (рис. 2, б). Первое обстоятельство объясняется тем, что расчетный изгибающий момент под местом приложения нагрузки значительно больше, чем в сечениях по концам горизонтального диаметра (отношение 0,318:0,182). Деформации в сжатых зонах почти одинаковы поэтому, что в сечении на уровне горизонтального диаметра действие момента сопровождается с действием продольной сжимающей силы.

Трещины появляются при нагрузках составляющих примерно 0,8 части от разрушающих нагрузок. Сначала на внутренней поверхности стенки трубы в вертикальном створе и позднее на наружной поверхности – в горизонтальном, что соответствует очертанию эпюры моментов. Разрушение трубы происходило путем развала ее на четыре части.

Для выявления упругого отпора грунта на прочность труб, испытываемых по схеме двух сил, было решено также испытанием и для труб, погруженных в грунт.

Трубы укладывались в ящик между деревянными брусками (рис.2,а.) и затем проводилась засыпка. При этом, торцы труб защищались прокладками так, что внутренняя полость трубы были свободна от песка.

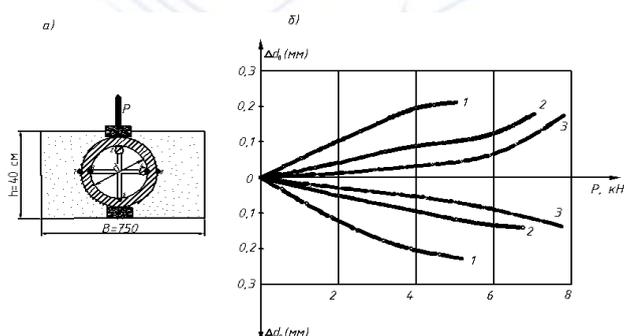


Рис.2. Загружение трубы по схеме двух сил в грунтовой среде: а) схема нагружения; б) относительные деформации для трубы  $d = 150$  мм,  $d = 200$  мм.

Испытания труб проводились в неуплотненном и уплотненном грунте.

Нагрузка на трубы передавалась ступенями по 1 кН и трубы доводились до разрушения (рис.2.а)

Также как и в опытах с трубами в воздушной среде, в данных опытах изменение диаметров труб было более значительным для труб большого диаметра.

Графики изменения вертикального и горизонтального диаметра трубы зависимости от нагрузки приведены на (рис.3)

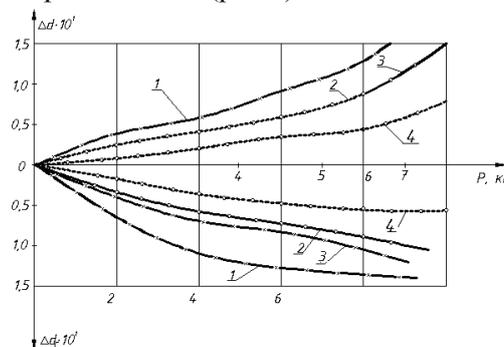


Рис.3. Изменение вертикального и горизонтального диаметра трубы зависимости от нагрузки 1 и 2, -  $d = 200$  мм, 3 и 4, -  $d = 150$  мм в неуплотненных и уплотненных грунтах соответственно .

Из графика видно, что в уплотненном грунте деформация вертикального диаметра трубы меньше в 1,5 раза, чем в неуплотненном грунте при одних и тех же нагрузках.

Графики изменения диаметров трубы  $d = 200$  мм, при различной степени уплотнения грунта ( $\gamma = 14,1 \text{ кН/м}^3$  и  $\gamma = 16,8 \text{ кН/м}^3$ ), а также и при отсутствии грунта (в воздушной среде) приведены на рис.2. б.

Из графика видно, что деформация диаметров трубы, заложенной в грунт, уменьшаются более, чем в два раза по сравнению с трубой вне грунта при одинаковых нагрузках. При уплотнении грунта это различие увеличивается до 3,5 раза. При этом зависимости  $d = f(p)$  при этом значительных нагрузках отклоняются от линейных.

На рис 4. представлены графики зависимости кольцевых относительных деформаций от нагрузки. Оказалось, что деформации растянутой поверхности стенки трубы, заложенной в грунт, в среднем в 1,5 раза меньше аналогичных деформаций для трубы в воздушной среде и в 3 раза меньше, если грунт был уплотнен. На сжатой поверхности трубы деформации оказались почти одинаковыми и лишь после уплотнения грунта эти деформации

уменьшались более, чем в 2 раза. Зависимости деформации от нагрузки оказались близки к линейным.

Для разрушения трубы, заложённой в грунт, потребовалась в 1,5 раза большая нагрузка, чем для трубы в воздушной среде а с уплотнением грунта указанное соотношение возрастает и достигает 2.

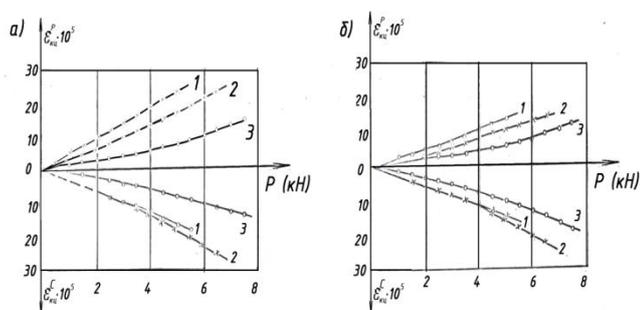


Рис.4. Относительные деформации стенки трубы  $d = 200$  мм в шелыге (а) и на уровне горизонтального диаметра (б). 1 – в воздушной среде; 2 – грунт не уплотнен; 3 – грунт уплотнен.

Для разрушения трубы, заложённой в грунт, потребовалась в 1,5 раза большая нагрузка, чем для трубы в воздушной среде а с уплотнением грунта указанное соотношение возрастает и достигает 2.

Значить несущей способности жестких труб в подземных условиях значительно увеличивается, чем воздушной среде, а с уплотнением грунта еще улучшается прочность труб.

#### Литература:

1. Абдумуминов Э., Раджабов М. Р., Набиев Э.С. Испытания подземных труб под распределенной нагрузкой при опирании на жесткое основание. Интернаука, Москва, 2019-С.34-37.
2. Берген Р.И., Фролов М.И., Яхшиев Р.Д. Вертикальное давление грунта на жесткие трубопроводы в высоких насыпях. В сб. "Расчет сооружений, взаимодействующих с окружающей средой". Сб. науч. тр. МГМИ, Москва, 1984.-С.99-105.
3. Емельянов Л.М. О давление земли на подземные сооружения возводимые открытым способом. Гидротехника и мелиорация. Москва, 1986, №3.- С.27-29.