

УДК 621.644.001.24(24)

П.Ш.Чапагайн Бидур (асп., каф. ЭиПГС), Г.Т.Трунков, к.т.н., с.н.с.

КРАТКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЛИНЕЙНЫХ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ ДОПУЩЕНИЯ

Линейные подземные сооружения представляют собой непрерывную конструкцию, вдоль которой размещаются сооружения. По размеру или по функции сооружения можно разделить на две группы: трубопроводного типа (газопроводы, водопроводы, нефтепроводы, коллекторы и т.д.); туннельного типа (гидротехнические, транспортные) [1].

Эксплуатационная надежность, долговечность, устойчивость комплекса зависит от правильного прогноза его взаимодействия с грунтами основания и засыпки. Практика эксплуатации и строительства магистральных трубопроводных систем свидетельствует о необходимости совершенствования метода расчета основания и в первую очередь слабых, загружаемых трубопроводами.

Приближенными методами расчета линейных подземных сооружений на прочность и надежность являются [2]:

Метод двух сил – по методу двух сил любая нагрузка на трубу приводится к двум вертикальным полосовым нагрузкам, а кольцо единичной ширины к двум сосредоточенным силам. Метод двух сил заслуживает критики. Две сосредоточенные силы не имеют ничего общего с той нагрузкой, которую воспринимают подземные трубы – в действительности нагрузка на трубы всегда является распределенной.

Предложение М.Шпенглера – для труб уложенных, в насыпи или широкую траншею, принимая нагрузку равномерно распределенной сверху и снизу, очертания эпюры бокового отпора грунта – по квадратной параболе. При этом предполагается равенство деформации вертикального и горизонтального диаметров подземной трубы, что, как показала практика, не подвергается ни расчетам, ни опытам.

Метод Метропроекта – при расчете по этому методу круговая ось подземного кольца заменяется 16-угольником, сплошные нагрузки – сосредоточенными силами, приложенными в вершинах многоугольника, а реакция основания – упругими опорами во всех вершинах многоугольника, за исключением трех верхних, расположенных в безотпорной зоне, что соответствует назначению нулевых точек для перемещения на границы первого квадрата под углом $\pm 45^0$. Достоинствами метода является его универсальность – имеется возможность расчета труб и тоннельных обделок с переменной толщиной стенки, переменным коэффициентом сопротивления грунта, однако этот метод несвободен от недостатков из-за применения приближенности в каждом этапе расчета.

Метод по Б.Г.Галеркину – В работе Б.Г.Галеркина рассматривалось не симметричная задача Лямэ для трубы, подверженной действию внутреннего давления, температуры и заложенной в винклеровскую упругую среду.

Метод Л.М.Емельянова – В первой работе Л.М.Емельянова рассматривался грунт, окружающий трубу, как винклеровская упругая среда. Во второй работе он отказался от гипотезы «коэффициента постели» и рассматривал грунт, как линейно-деформируемую упругую среду. Эти два метода, хотя и относятся к различным моделям грунтового основания, оба являются строгими и точными решениями. По методу Л.М.Емельянова упругое основание является идеальным, однако такое основание не соответствует физической природе грунтов, которые на растяжение практически не работает.

Метод расчета М.В.Малышева – При расчете линейных подземных сооружений по методу М.В.Малышева необходимым условием является учет давления на поперечное

сечение, вертикальное и боковое давление на уровне продольной оси, коэффициента бокового давления, гидростатического напора, концентрации напряжений, коэффициента фильтрации. Этот метод не учитывает нелинейности характера грунтовой среды и внутреннего усилия трубопровода вдоль продольной оси.

Расчет по следующим рекомендациям [3].

- Рекомендации Американского Института Труб;
- Лабораторной работы ВМС США по гражданскому строительству;
- CIRIA;
- военные проектные нормы США.

Все эти рекомендации широко используются при расчете тонкостенных, а не толстостенных труб под землей. В настоящее время подземное трубопроводное строительство является необходимой отраслью для объединения всех видов строительных объектов. Современная наука открывает новый путь для решения сколь угодно сложных проблем в области развития линейных подземных сооружений. Однако до сих пор, ни в одном методе, не учитывались следующие факторы, которые являлись причинами аварий различных типов:

- неоднородность свойств грунтовой среды, т.е. нелинейные деформации основания;
- неравномерная осадка основания во времени;
- неравномерные нагрузки вдоль главной оси линейных подземных сооружений;
- влияние процесса нелинейной консолидации и фильтрации на слабые водонасыщенные грунты во времени;
- учет напряженно-деформируемого состояния линейных подземных сооружений для армирования вдоль главной оси;
- учет нестабилизируемого состояния засыпок во времени.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бородавкин П.П. Подземные магистральные трубопроводы. М., Недра, 1982.
2. Виноградов С.В. Расчет подземных трубопроводов на внешние нагрузки. М., Стройиздат, 1980.
3. Балсон Ф.С. Заглубленные сооружения: статистическая прочность. М., Стройиздат. 1991.