



УДК 624.04.014.27

Л.С. Сабитов – аспирант

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБ РАЗНОГО ДИАМЕТРА

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются новые узлы соединения труб разного диаметра, обеспечивающие соединение элементов в опорах контактных линий, рекламных конструкциях и т.д. Конструкция узлов предусматривает установку трубы в трубу с различными вариантами их фиксации, а именно за счёт сварки, заделки бетоном и болтовых креплений.

L.S. Sabitov – post-graduate student

Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

DESIGN AND RESEARCH OF CONNECTIONS OF STEEL PIPES OF DIFFERENT DIAMETERS

ABSTRACT

The new connection joints of pipes of different diameters are considered; they provide the connection of elements in contact line poles, advertisement structures, etc. The design of connection joint suggests the pipe-into-pipe installation with several versions of the pipe fixation, that is: by welding, embedment into concrete, and using the bolt fixture.

В конструкциях опор контактных сетей электротранспорта, рекламных конструкций и других видов опор возникает необходимость соединения отдельных звеньев труб разного диаметра [1]. Наиболее распространённые способы соединения труб разного диаметра приведены на рис. 1. Соединения звеньев труб разного диаметра (рис. 1 а) решено при помощи торцевой фасонки без заделки концов труб друг в друга.

Следующее соединение (рис. 1 б) включает концы труб, вставленных друг в друга, а их соединение выполняется на сварке за счёт фасонки, врезанных в прорези трубы большего диаметра.

Применяются соединения (рис. 1 в), в которых концы труб, вставленных друг в друга, фиксируются прокладками и торцевой заглушкой.

Технико-экономический анализ приведённых выше решений узловых соединений показал недостаточную их эффективность как по расходу стали, трудоёмкости их выполнения, так и надёжности эксплуатации.

Первый способ представляет соединение по типу «труба в трубе» [2], взаимное соединение труб происходит через щелевые прорези на сварке (рис. 2 а). На трубу меньшего диаметра привариваются пластинки необходимой толщины (разница диаметров стыкуемых труб). При помощи данного способа рекомендуется соединять трубы, у которых разница

соседних калибров небольшая $\frac{d_1}{d_2} = 0.9 - 0.95$, так как

при большой разнице диаметров труб увеличивается трудоёмкость работ при выполнении окончательного закрепления концов труб.

При расчёте предлагаемого соединения существенным оказался вопрос величины заделки трубы меньшего диаметра d в трубу большего диаметра D . Численные исследования напряжённо-

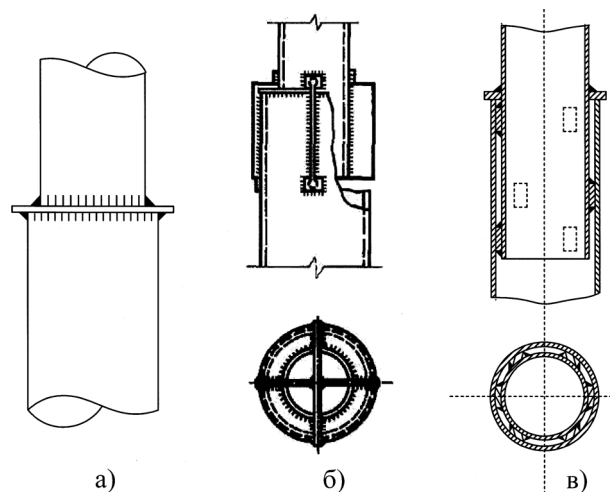


Рис.1. Виды соединений труб разных диаметров:
а) встык при помощи торцевой фасонки, б) труба в трубе при помощи крестовых врезных фасонки, в) соединение через промежуточные пластинки



деформированного состояния проводились для опоры высотой $H=12$ м, которая состоит из двух звеньев: нижнего $h_1=6$ м и верхнего $h_2=6$ м, при этом нижнее звено выполнено из трубы 273×5 мм, верхнее – из трубы 219×5 мм. Опора моделировалась изотропным пластинчатым конечным элементом на вычислительном комплексе «Лира» в геометрически нелинейной постановке. При этом основными исследуемыми параметрами явились напряжения в конечных элементах, моделирующих сварные швы в зависимости от глубины заделки h . В результате исследований получены графики изменения внутренних усилий в сварных швах в зависимости от глубины заделки (рис. 3).

Из графиков видно, что, начиная от 40-45 см, усилия N, Q, M в двух - узловых КЭ стержнях практически не изменяются.

Исследуя рассматриваемый узел соединения труб для различных диаметров, установлено, что оптимальная глубина заделки трубы меньшего диаметра в трубу большего диаметра составляет $2d_1$, при которой усилия остаются неизменными. В нашем случае для диаметра 21,9 см глубина заделки 43,8 см.

Данный способ соединения был реализован при строительстве опор для светосигнального оборудования и рекламных конструкций в г. Казани.

Второй способ соединения труб разных диаметров (рис.2 б) направлен на снижение трудоёмкости сварочных работ и повышение прочности узла, что особенно важно при применении тонкостенных труб

и соотношении диаметров $\frac{d_1}{d_2} = 0,4 - 0,6$, где d_1 –

диаметр трубы меньшего диаметра, d_2 – диаметр трубы большего диаметра [3]. Конструкция узла соединения заключается в том, что внутренняя кольцевая полость нахлёста заполняется расширяющимся бетоном. В качестве заполнителя можно использовать, например, гипсоглиноземистый расширяющийся цемент [4], который является разновидностью глиноземистого цемента и представляет собой смесь тонкоизмельченных глиноземистых доменных шлаков и гипсового камня в процентном соотношении 70:30. Цемент выпускается по ГОСТ 11052-74. Бетоны и растворы, приготовленные на гипсоглиноземистом расширяющемся цементе, обладают водонепроницаемостью при избыточном давлении воды 10 атм. (1,0 МПа). Через образцы из раствора цемента с нормальным песком в пропорции 1:2 по массе, испытанным в течение 24-х часов, не должно быть фильтрации воды.

После набора бетона проектной прочности узловое соединение труб способно воспринимать значительные горизонтальные усилия, например, от ветра или подвешенных проводов.

Третий способ соединения представляет собой сборно-разборное соединение труб разного диаметра (рис. 4). Этот способ направлен на обеспечение

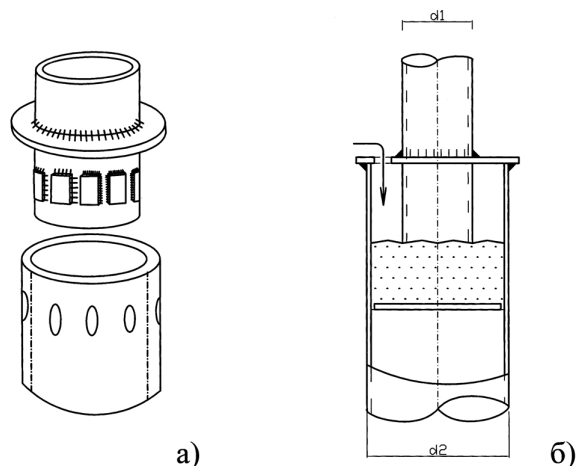


Рис. 2. Способы соединений труб разного диаметра

сборно-разборности узлового соединения при обеспечении высокой прочности на действие изгибающего момента.

Сборка предлагаемого узла соединения труб выполняется в следующей последовательности. К концу трубы меньшего диаметра 1 на некотором расстоянии от торца на сварке прикрепляется заглушка 3. В заглушке предусмотрено $4 \div 8$ отверстий, расположенных по дуге окружности. На конце трубы большего диаметра 2 с внутренней стороны прикрепляются болты 4. Их крепление может быть выполнено при помощи сварки, а концы болтов с резьбовой частью выступают за пределы трубы. На конце трубы меньшего диаметра 1 в пределах длины от её торца до заглушки 3 устанавливают вертикальные рёбра в количестве $4 \div 8$ штук. Подготовленные вышеуказанным способом концы труб вставляются друг в друга, при этом болты 4 входят в соосные отверстия в заглушке 3 и затягиваются гайками 5.

Эффективность применения предлагаемых узловых решений показывают результаты экспериментальных исследований. Испытания производились на прессе УММ-200 поэтапным нагружением до полного разрушения. Образцы испытывались на изгиб.

При испытании существующих соединений посредством торцевой фасонки была получена разрушающая нагрузка, равная 36500 кг, и разрушение произошло по металлу шва. Общая конструкция образцов для испытания, включающая два отрезка трубы разного диаметра: нижнее звено тр. 325×9 ; верхнее звено тр. 219×9 , длина звеньев равна 800 мм.

Для первого и третьего предлагаемого соединения разрушающая нагрузка была в 1,3–1,5 раза больше (47450 кг для первого и 54740 кг для третьего) по сравнению с разрушающей нагрузкой для существующих соединений при тех же сечениях и размерах испытываемых образцов. Разрушение произошло в трубе меньшего диаметра.

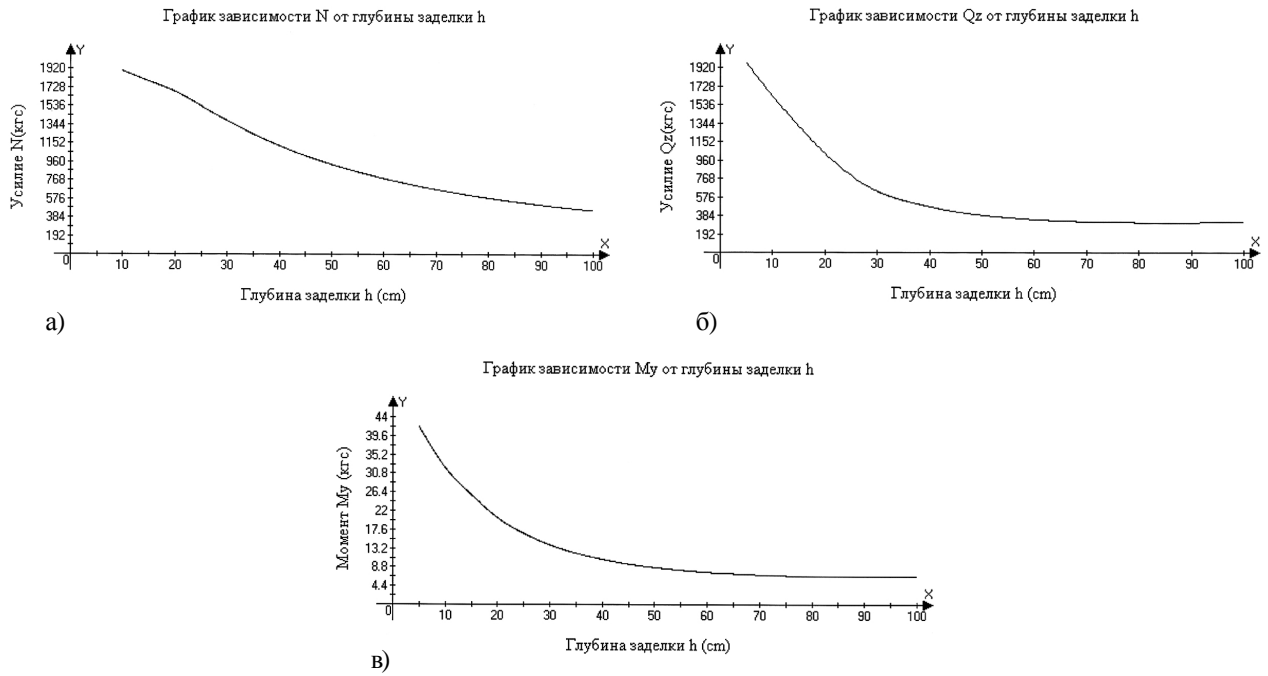


Рис. 3. Влияние глубины заделки на внутренние усилия:
а) График зависимости N от глубины заделки h , б) График зависимости Q_z от глубины заделки h ,
в) График зависимости M_u от глубины заделки h

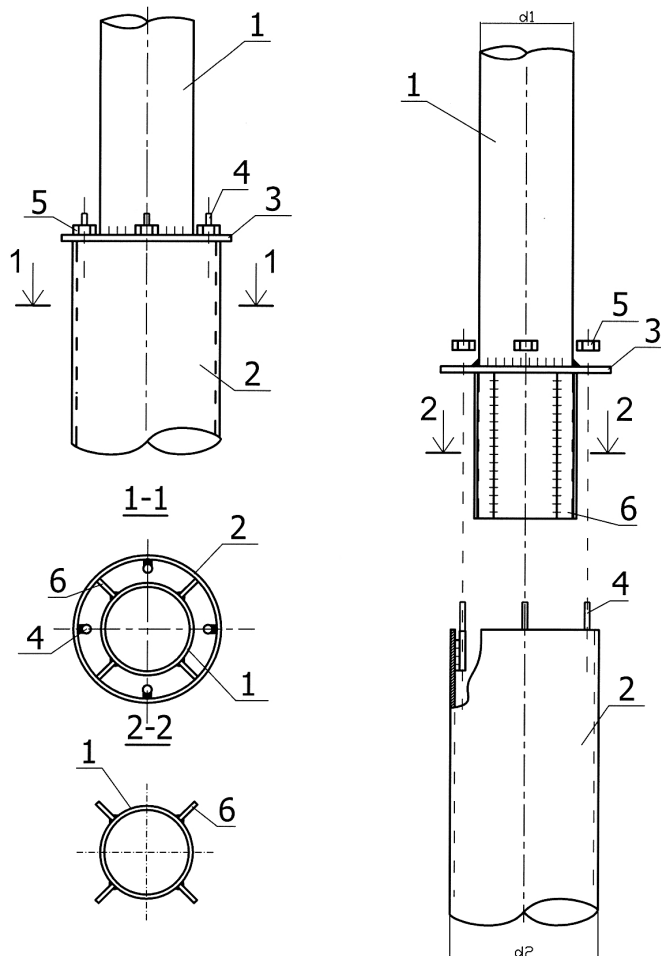


Рис. 4. Сборно-разборное соединение труб разного диаметра



А для второго предлагаемого соединения разрушающая нагрузка оказалась в 1,56 раз больше, т.е. 57200 кг. Разрушение произошло аналогично первому и третьему узлу – потерей устойчивости стенки меньшей трубы.

Анализ результатов испытания показал хорошую их сходимость с результатами теоретических расчётов, выполненных по ПК «Лири», ANSYS, а также и по предлагаемой инженерной методике.

Литература

1. Сабитов Л.С., Кузнецов И.Л. Исследование соединений труб разного диаметра // Материалы 5-ой международ. научн.-техн. конф. «Эффективные строительные конструкции: теория и практика». – Пенза, 2006. – С. 123-125.
2. Патент РФ №2288399 от 07.04.2005, МПК F16L 13/00 и E 04 B 1/58, БИ №33 от 27.11.2006. «Узел соединения труб». И.Л. Кузнецов, А.В. Исаев, Л.С. Сабитов.
3. Сабитов Л.С. Новый способ соединения труб разных диаметров // 59-ая респ. научн. конф.: Сб. научн. тр. аспирантов и докторантов КГАСУ. – Казань, 2007. – С. 68-72.
4. ГОСТ 11052-74. Цемент гипсглиноземистый расширяющийся.