

*Алексей Павлович Симушин, студент*

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный  
университет*

## **ВЛИЯНИЕ МЕСТА УСТАНОВКИ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ НА ВЕЛИЧИНУ НАГРУЗКИ НА НЕПОДВИЖНЫЕ ОПОРЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПРОКЛАДКИ**

**Аннотация:** Тепловые сети являются важнейшим элементом современной системы теплоснабжения и служат для транспортирования тепловой энергии от источника тепла к потребителю. Тепловая сеть представляет собой сложный технологический комплекс, в который входит различного назначения оборудование: неподвижные и подвижные опоры, различного вида компенсаторы, запорно-регулирующая арматура, измерительные приборы и др. Для компенсации температурных удлинений трубопроводов, вызываемых высокой температурой транспортируемого теплоносителя, между неподвижными («мёртвыми») опорами необходимо устанавливать компенсаторы. В данной работе рассмотрим сильфонный компенсатор, и как влияет место его установки на величину нагрузки, которую воспринимает неподвижная опора.

**Ключевые слова:** тепловая сеть, теплоснабжение, температурное удлинение, нагрузка, сильфонный компенсатор, неподвижная опора.

**Annotation:** Heating networks are the most important element of a modern heat supply system and serve to transport thermal energy from a heat source to a consumer. The heating network is a complex technological complex, which includes equipment for various purposes: fixed and movable supports, various types of compensators, shut-off and control valves, measuring instruments, etc. To

compensate for the temperature elongation of pipelines caused by the high temperature of the transported coolant, compensators must be installed between fixed ("dead") supports. In this paper, we will consider the bellows compensator, and how the place of its installation affects the amount of load that the fixed support perceives.

**Keywords:** heating network, heat supply, temperature elongation, load, bellows compensator, fixed support.

Трубопроводы тепловых сетей на протяжении всего срока существования подвергаются внутренним и внешним воздействиям, которые приводят к авариям и разрушению систем.

Защита теплопроводов централизованного теплоснабжения от внешних нежелательных воздействий связана с нанесением антикоррозионных, теплоизолирующих и покровных слоев. Внутреннее разрушающее воздействие оказывает высокая температура теплоносителя и рабочее давление в системе [1].

Рабочие параметры, а также возникающие усилия и напряжения влияют в совокупности на устойчивость и живучесть трубопроводов. Для восприятия нагрузок по всей длине трассы устанавливаются неподвижные опоры, которые жестко закрепляют трубопроводы и не позволяют им перемещаться. Основная часть нагрузок появляется в результате температурных удлинений трубопроводов, то есть от воздействия высокого температурного графика. К таким нагрузкам относятся: силы упругой деформации изгибающие моменты гибких компенсаторов и углов поворотов, силы трения в подвижных опорах, силы трения в сальниковых компенсаторах, силы трения о грунт, распорное усилие сильфонного компенсатора [2].

Для анализа и получения наглядных результатов воспользуемся программным комплексом «Старт-Проф», предназначенным для расчета трубопроводов различного назначения на прочность и жесткость [3]. Возьмем к рассмотрению участок тепловой сети с условным диаметром 300 мм и длиной 70 м, который с обеих сторон ограничен неподвижными опорами, а между

ними установлен сильфонный компенсатор. Температурный график в системе составляет 130–70°C, рабочее давление 1,6 и 1,0 МПа, давление при испытаниях 2,0 и 1,6 МПа для подающего и обратного трубопроводов соответственно.

Используем в данной работе именно сильфонный компенсатор, так как такого вида устройства сейчас очень распространены и имеют ряд преимуществ. Такие компенсаторы выносливы и надежны, не требуют обслуживания на протяжении всего срока эксплуатации, содержат в себе меньше элементов, что делает их проще и эффективнее [4].

Проведем расчет для 3-х вариантов: прокладка тепловой сети в канале с расположением сильфона в середине участка (рис. 1), прокладка тепловой сети в канале со смещением сильфона (рис. 2), прокладка трубопроводов открытым способом с расположением сильфона в середине участка (рис. 3). Во всех случаях учитываем предварительную растяжку компенсатора.

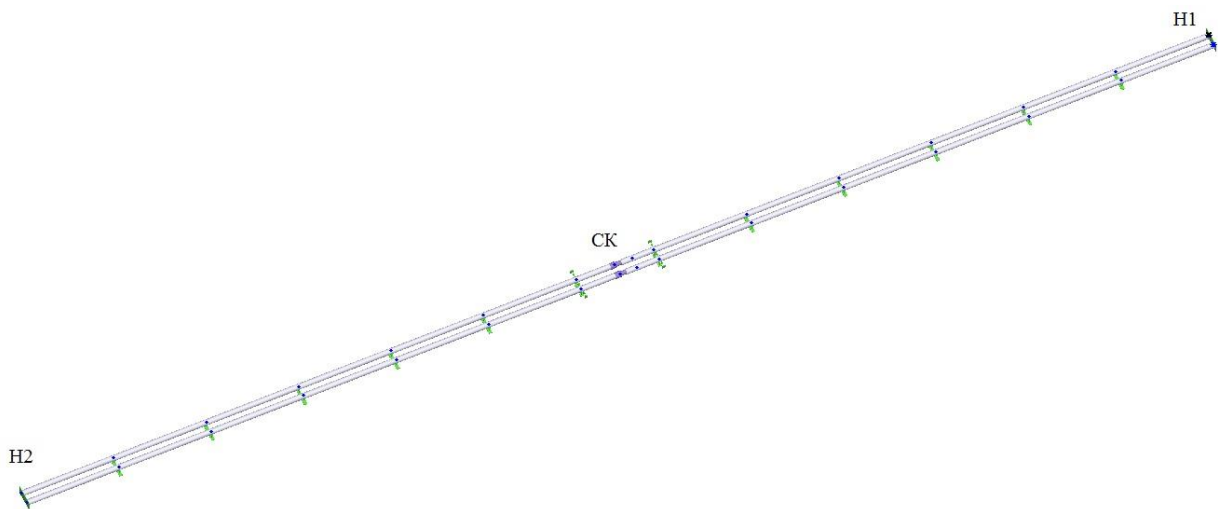


Рис. 1. Прокладка трубопроводов в канале с расположением сильфона в середине участка

Результаты расчета нагрузок на неподвижные опоры тепловой сети первой конфигурации сведены в таблицу (табл. 1).

Таблица 1. Нагрузки на неподвижные опоры при прокладке трубопроводов по варианту 1

№ опоры	Нагрузка, т		
	Подающий трубопровод, Т1	Обратный трубопровод, Т2	Сумма
Н1	18,8	16,5	35,3
Н2	18,8	16,5	35,3

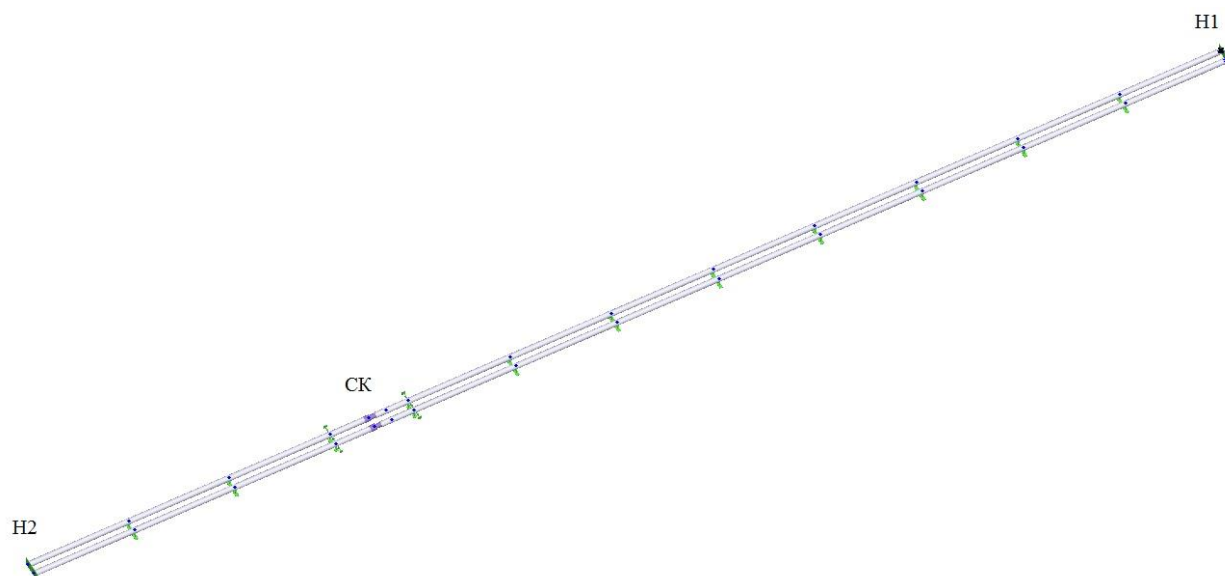


Рис. 2. Прокладка трубопроводов в канале со смещением сильфона

Результаты расчета нагрузок на неподвижные опоры тепловой сети второй конфигурации сведены в таблицу (табл. 2).

Таблица 2. Нагрузки на неподвижные опоры при прокладке трубопроводов по варианту 2

№ опоры	Нагрузка, т		
	Подающий трубопровод, Т1	Обратный трубопровод, Т2	Сумма
Н1	19,5	17,1	36,6
Н2	18,2	15,8	34,0

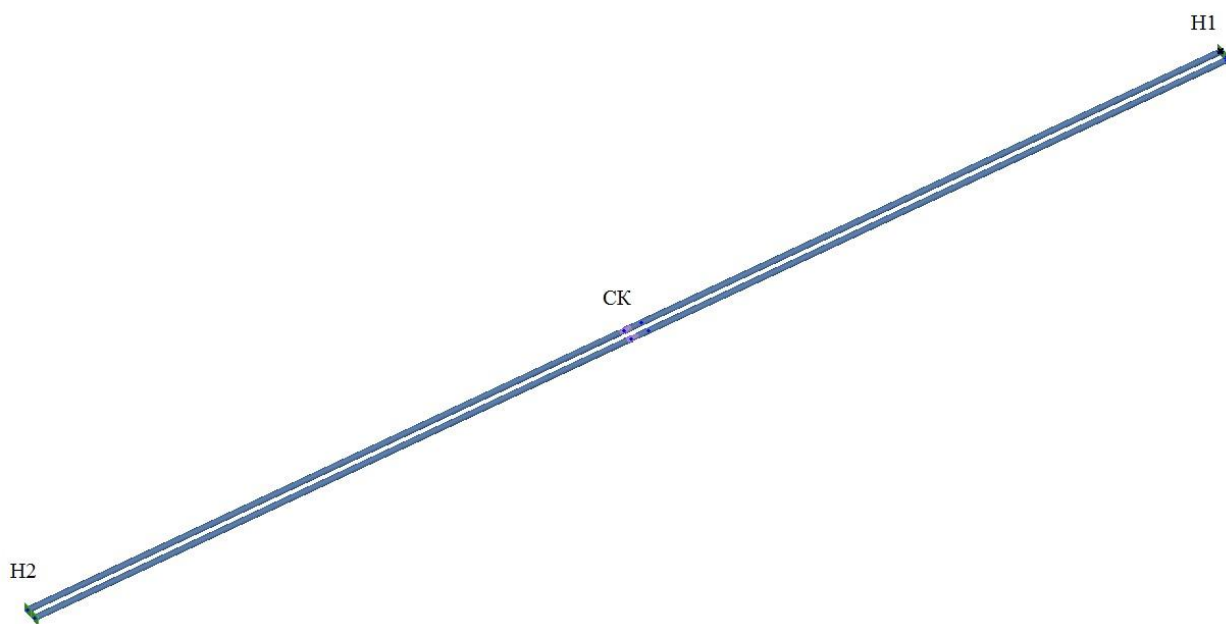


Рис. 3. Прокладка трубопроводов открытым способом с расположением сильфона в середине участка

Результаты расчета нагрузок на неподвижные опоры тепловой сети третьей конфигурации сведены в таблицу (табл. 3).

Таблица 3. Нагрузки на неподвижные опоры при прокладке трубопроводов по варианту 3

№ опоры	Нагрузка, т		
	Подающий трубопровод, Т1	Обратный трубопровод, Т2	Сумма
Н1	50,3	44,1	94,4
Н2	52,3	46,2	98,5

Анализируя полученные результаты, можем сделать соответствующие выводы.

В первую очередь, сильфонные компенсаторы являются приоритетными устройствами в наше время, они постоянно совершенствуются и обладают более высокими характеристиками, поэтому в рассматриваемой модели тепловой сети были применены компенсаторы этого вида.

Во-вторых, отвечая на главный вопрос поставленной задачи можно сделать вывод, что чем дальше от неподвижной опоры находится сильфон, тем больше нагрузка будет «приходить» на опору и наоборот. Особенно сильно увеличиваются нагрузки при прокладке трубопроводов открытым способом, это связано с высокими нагрузками от сил трения о грунт, нагрузками от веса грунта. Кроме этого, при таком способе трассировки тепловой сети не устанавливаются подвижные опоры, которые тоже воспринимают нагрузки и снижают их общую величину, воспринимаемую неподвижной опорой. Данные выводы получены из наглядных результатов расчета.

Соответственно, выбирать расположение компенсатора стоит в каждом случае индивидуально, в зависимости от допускаемых нагрузок. Стоит не забывать и о том, что разнонаправленные усилия компенсируют друг друга, тем самым снижая общую нагрузку на неподвижную опору. Все эти и другие нюансы должны учитывать в своей профессиональной деятельности инженеры проектных, строительных и теплоснабжающих организаций.

#### **Библиографический список:**

1. Бойкова А.В., Усова А.В., Баклушина И.В. Компенсаторы в тепловых сетях. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_44499697\\_22625710.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44499697_22625710.pdf).
2. Справочник проектировщика: Проектирование тепловых сетей; Под ред. А. А. Николаева – М.: Стройиздат, 1965г. – 360 с.
3. ГОСТ Р 55596-2013 Сети тепловые. Нормы и методы расчета на прочность и сейсмические воздействия – М.: Стандартинформ, 2014г.
4. Мельников Д.А. Приоритет сильфонных компенсаторов в теплоснабжении. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_37265537\\_82641274.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37265537_82641274.pdf).