

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ  
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ  
ВНИИСТ

руководство

по применению, монтажу  
и эксплуатации устройств  
для предотвращения колебаний  
надземных трубопроводов

Р 362-79

Москва 1979

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ  
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ  
ВНИИСТ

---

# руководство

---

ПО ПРИМЕНЕНИЮ, МОНТАЖУ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ  
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ  
НАДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Р 362-79

Москва 1979

УДК 621.643.002.2 (083.96)

"Руководство по применению, монтажу и эксплуатации устройств для предотвращения колебаний надземных трубопроводов" разработано во ВНИИСТе лабораторией трубопроводов, сооружаемых в особых условиях (ЛОН), кандидатами техн. наук В.В.Спиридоновым и А.Д.Перельмитером на основе комплекса экспериментальных работ, проведенных в лабораторных и трассовых условиях на газопроводах из труб диаметром 1220, 720 и 529 мм.

В Руководстве приведены конструкции различных типов устройств для предотвращения колебаний надземных трубопроводов и требования к их монтажу, эксплуатации и технике безопасности.

Отзывы и предложения направлять по адресу:  
105058, Москва, Окружной проезд, 19, лаборатория трубопроводов, сооружаемых в особых условиях.

---

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1979

ВНИИСТ	Руководство по применению, монтажу и эксплуа- тации устройств для предотвращения колебаний надземных трубопроводов	Р 362-79
--------	---	----------

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Руководство распространяется на применение, монтаж и эксплуатацию устройств для предотвращения колебаний (УПК) надземных трубопроводов (авт.свид. № 383943).

I.2. УПК предназначено для установки на участках различных систем надземных трубопроводов с целью исключения возможности возникновения резонансных колебаний этих трубопроводов при ветровом воздействии.

I.3. Исключение возможности возникновения резонансных колебаний надземных трубопроводов в ветровом потоке при установке УПК происходит в результате изменений формы и частоты собственных колебаний системы, что приводит к резкому повышению критической скорости ветра (скорости, вызывающей резонансные колебания) для данного диаметра трубопровода. Кроме того, в системе происходит быстрая диссилипция энергии колебаний за счет сил сухого трения, возникающих в УПК. УПК надежно предохраняет трубопровод от возникновения резонансных колебаний.

I.4. Допускается применение УПК для ограничения величины амплитуды смещения трубопровода и поглощения энергии колебаний при сейсмическом воздействии.

I.5. Установка УПК на надземном трубопроводе при ветровом воздействии необходима в том случае, когда расстояние (пролет) между основными опорами  $\ell_{опт}$ , рассчитанное с учетом только статических нагрузок, превышает величину динамически устойчивого пролета  $\ell_d$  (рис.I,а), определяемую по формуле

$$\ell_d = 15,7 \sqrt[4]{\frac{E J D_H^2}{V_b^2 q_{полн}}} , \quad (I)$$

Внесено лабораторией трубопроводов, соору- жаемых в особых усло- виях	Утверждено ВНИИСТом 3 сентября 1979 г.	Разработа- но впервые
--	---	--------------------------

где  $E$  - модуль упругости материала трубы,  $\text{кгс}/\text{см}^2$ ;  
 $J$  - момент инерции сечения трубы,  $\text{см}^4$ ;  
 $D_n$  - наружный диаметр трубы,  $\text{см}$ ;  
 $q_{\text{полн}}$  - полная расчетная погонная нагрузка трубопровода,  $\text{кгс}/\text{см}$ ;  
 $V_B$  - максимальная скорость ветра, при которой не возникают резонансные колебания трубопровода,  $\text{м}/\text{с}$ , принимается  $V_B = 1,3 V_{kp}$ , но не более  $2500 \text{ см}/\text{с}$ ;  $V_{kp} = 5 \lambda D_n$ , где  $\lambda$  - частота основного тона собственных колебаний трубопровода (без УПК),  $\text{с}^{-1}$ .

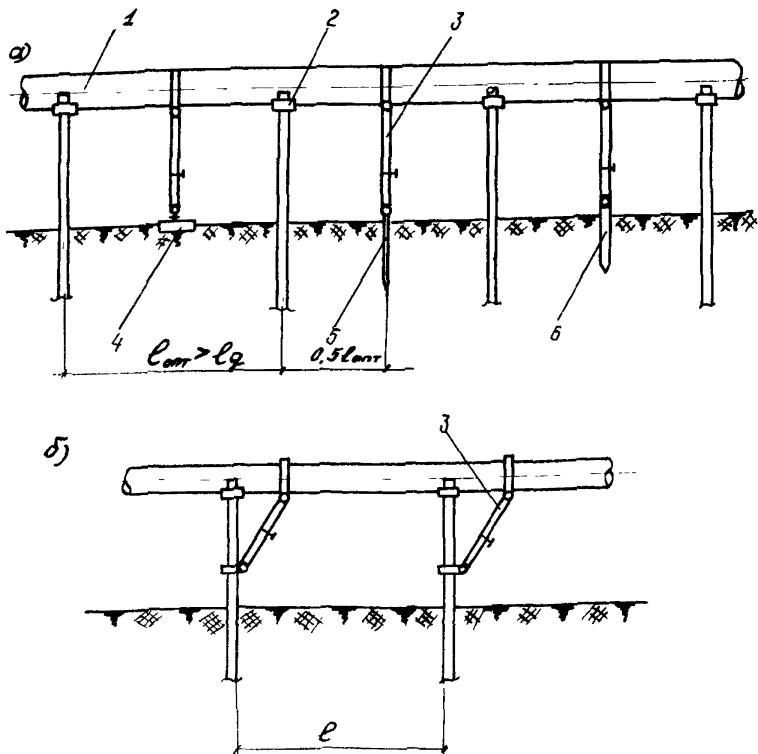


Рис. I. Схема установки устройств для предотвращения колебаний на надземном трубопроводе:  
 а - в середине пролета; б - на опорах; 1 - трубопровод; 2 - опора; 3 - УПК; 4 - железобетонная плита; 5 - анкер; 6 - свая

а  
 б

1.6. Если выбранная длина пролета надземной системы прокладки больше  $l_g$ , найденной по формуле (I), то в середине каждого пролета следует установить УПК.

1.7. УПК следует применять на трубопроводах с наружным диаметром трубы от 325 до 1420 мм, прокладываемых на высоте 57-250 см от поверхности земли.

1.8. Тип УПК следует выбирать в зависимости от величины перемещения трубопровода при температурном воздействии и изменении давления, а также от высоты прокладки над поверхностью земли (см.п.3.1 настоящего Руководства).

## 2. КОНСТРУКЦИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ (УПК)

2.1. Конструкция УПК может быть двух типов: одноходовое и двухходовое. Одноходовое УПК может быть с нерегулируемой и регулируемой длиной. Двухходовое устройство выполняют с нерегулируемой длиной.

2.2. Одноходовое УПК с нерегулируемой длиной состоит из одной пары трубчатых, прижимаемых друг к другу штанг - наружной и внутренней, имеющих возможность в процессе эксплуатации телескопически смещаться одна относительно другой. Величина максимального смещения определяет полный ход УПК ( $l_h$ ).

Внутренняя штанга не имеет регулировки длины. Одноходовое УПК с регулируемой длиной также состоит из одной пары трубящихся штанг, однако внутренняя штанга имеет регулировку длины.

Двухходовое УПК имеет две пары трубчатых, прижимаемых одна к другой штанг, каждая из которых не имеет регулировки длины.

2.3. Необходимость относительного смещения наружной и внутренней штанг (хода) в УПК определяется тем, что расстояние между точками крепления УПК к трубе и к опорной конструкции меняется вследствие смещения трубопровода на опорах при изменении давления и температуры. Изменение этого расстояния компенсируется ходом УПК.

2.4. Одноходовое УПК с нерегулируемой длиной (рис.2) выполняется в виде двух вставленных одна в другую трубчатых

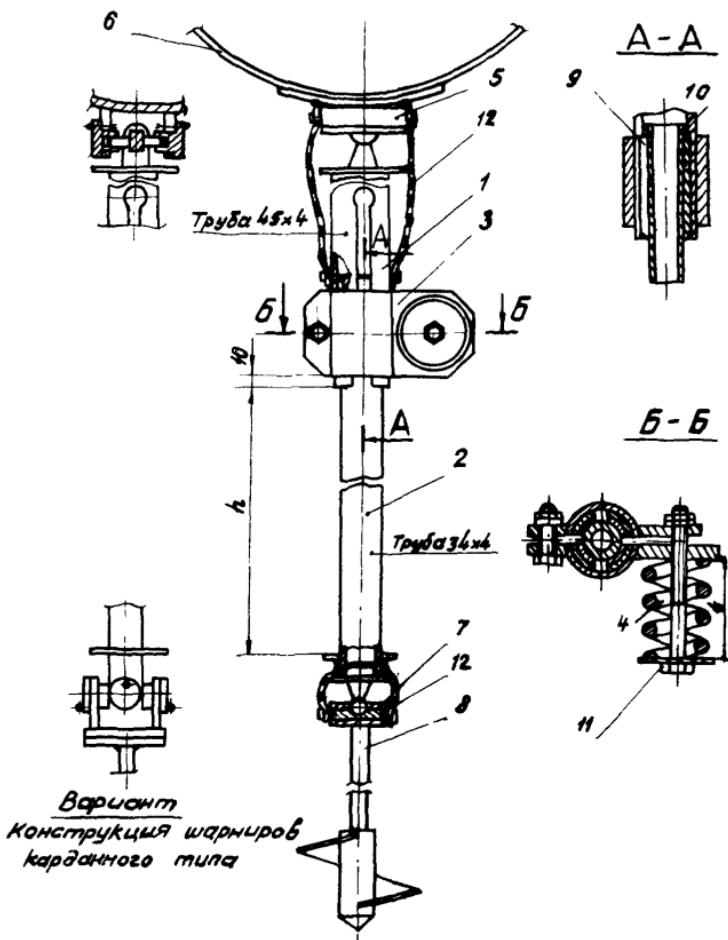


Рис.2. Устройство для предотвращения колебаний (одноходовое с нерегулируемой длиной внутренней штанги)

штанг – наружной (длангового типа) I и внутренней 2, прижимаемых одна к другой хомутом 3 с помощью пружины 4. Наружная и внутренняя штанги через шарниры 5 и 7 крепятся соответственно к хомуту 6, охватывающему трубопровод, и к опорной конструкции. Опорной конструкцией могут служить винтовой анкер 8 или свая, погруженные в грунт, железобетонная плита, уложенная на поверхности земли, и т.п. Шарниры выполняются в виде шаровой конструкции. Возможно применение шарниров, выполненных в виде карданов, состоящих из двух перпендикулярно расположенных осей и закрепленных в проушинах. Между прижимаемыми одна к другой штангами находятся вкладыши 9, которые крепятся к наружному элементу винтами с потайной головкой или сваркой.

Полный ход УПК ограничивается стопорным кольцом 10, установленным на конце внутренней штанги: при максимальном относительном смещении наружной и внутренней штанг стопорное кольцо упирается во вкладыш. Сжатие пружины производится болтом 11. Шарниры устройства закрываются изготавляемыми из брезента чехлами 12.

2.5. Одноходовое УПК с регулированием длины внутренней штанги (рис.3) имеет составную внутреннюю штангу (телескопическое трубчатое соединение). Фиксация необходимой длины внутренней штанги при монтаже на трубопроводе производится полной затяжкой хомута I и не меняется в процессе эксплуатации трубопровода. Регулирование длины внутренней штанги предусмотрено в целях ограничения числа типоразмеров УПК для различных высот прокладки над землей.

2.6. Двухходовое УПК (рис.4) следует применять на трубопроводах с высотой прокладки от 80 до 100 см, имеющих большие перемещения на опорах при изменении давления и температурном воздействии (например, на трубопроводах с катковыми опорами). Ход каждой пары трущихся штанг ограничивается стопорными кольцами.

2.7. Хомут крепления УПК к трубопроводу (рис.5) состоит из двух полуходумотов I и 2, стягиваемых с двух сторон болтами 3 и 4. К нижнему полуходумоту I приваривается пластина верхнего шарнира УПК.

С одной стороны устанавливается упругий элемент 5, который обеспечивает стабильность усилия затяжки и постоянный кон-

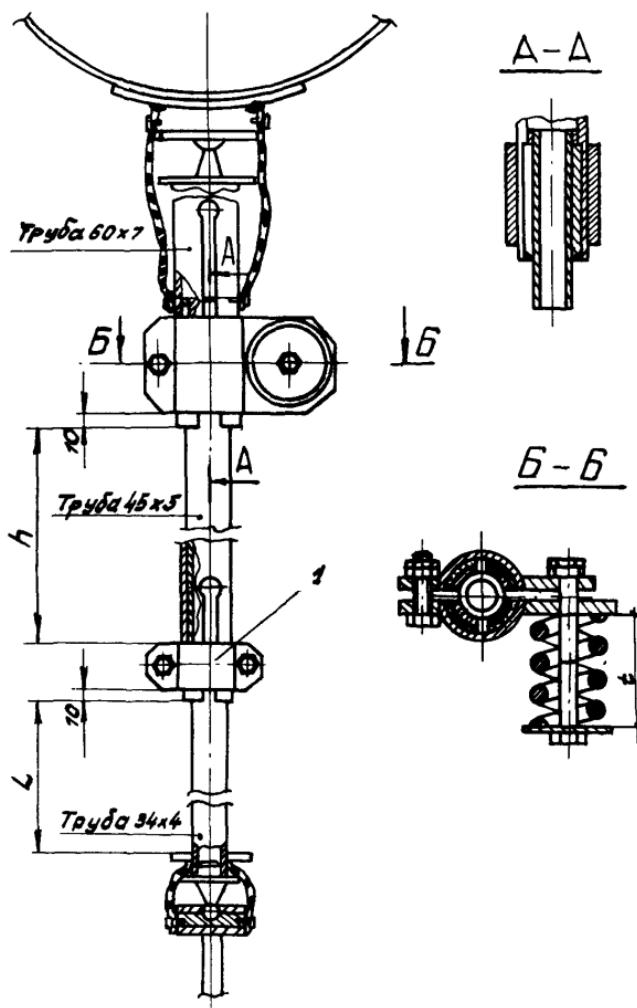


Рис.3. Устройство для предотвращения колебаний (одноходовое с регулируемой длиной внутренней штанги)

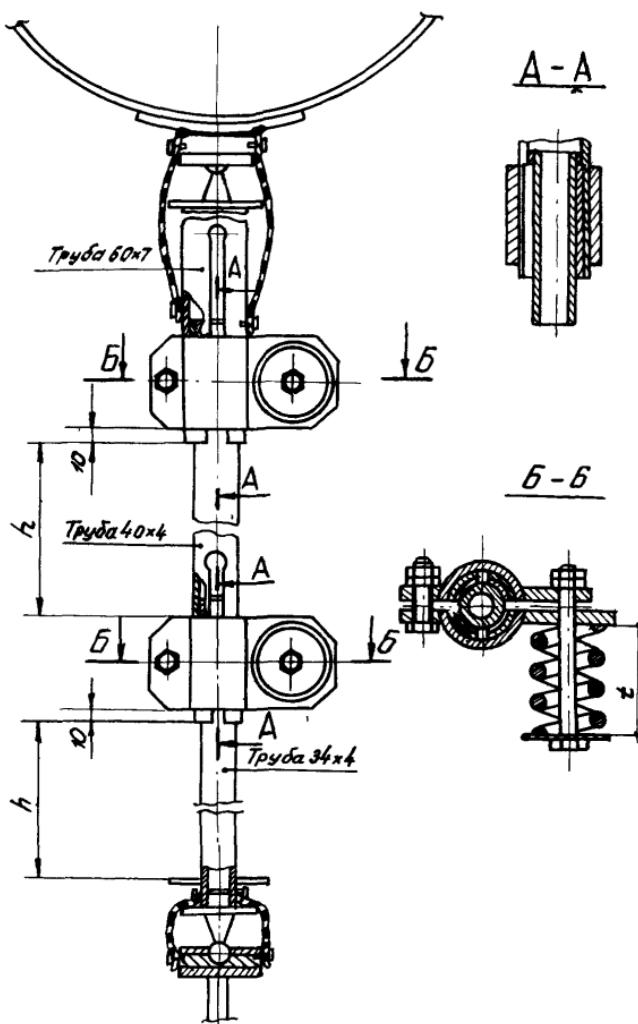


Рис.4. Устройство для предотвращения колебаний (двухходовое)

такт хомута с трубой как при упругих, так и при пластических деформациях трубы в радиальном направлении, возникающих при изменениях давления в трубопроводе.

В качестве упругого элемента может быть применена витая или гарельчатая пружина.

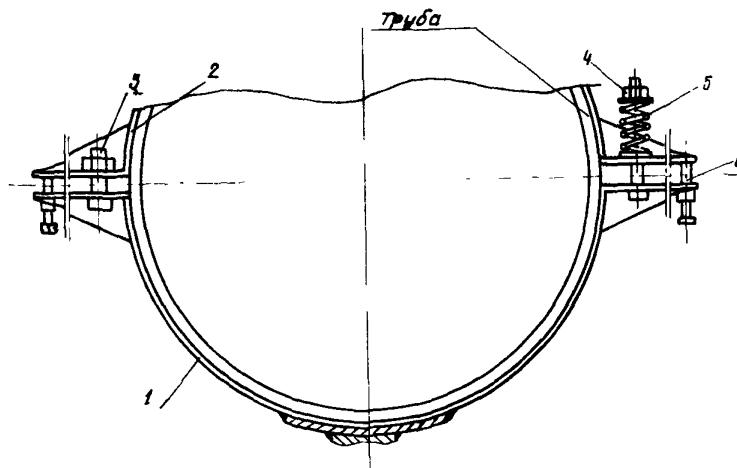


Рис. 5. Хомут крепления устройства для предотвращения колебаний к трубопроводу

Между пластинами, стягивающими полухомуты, располагаются упоры 6, которые не позволяют при затяжке хомута болтами 3 и 4 поворачиваться концам пластин, что исключает появление значительных дополнительных изгибающих моментов в хомутах, приводящих к излому, задиров и рисок на трубе.

2.8. Величина силы трения  $F_{tr}$ , необходимая для предотвращения возникновения резонансных колебаний, должна быть на 15-20% больше возмущающего усилия при ветровом воздействии.

Необходимая величина трения регулируется затяжкой пружины (п.2.4).

Требуемое усилие затяжки  $P$  пружины, контролируемое по величине сжатия пружины (см.п.3.13), определяется по формуле

$$P = \frac{K_1 K_2 F_{tr}}{5f}, \quad (2)$$

где  $K_1 = 1,2$  - коэффициент перегрузки;

$K_2 = 1,8$  - коэффициент надежности затяжки хомута;

$F_{tr}$  - необходимая величина силы трения, кгс (см. табл. I);

$f = 0,25$  - коэффициент трения.

Таблица I

Необходимая величина силы трения в УПК  
для трубопроводов различных диаметров

$D_H$ , мм	До 720	820	1020	1220	1420
$F_{tr}$ , кгс	30	55	85	150	255

2.9. Конструкции УПК и их крепление к трубопроводу следует изготавливать в соответствии с рабочими чертежами:

I242 ГС1 00 000СБ для одноходового с нерегулируемой длиной;

I242 ГС2 00 000СБ для одноходового с регулируемой длиной;  
I242 ГС3 00 000СБ для двухходового,  
разработанными ВНИИСТОм и СПКБ проектно-изыскательским  
Миннефтегазстроя.

2.10. Маркировка и основные конструктивные параметры УПК приводятся в табл.2.

2.11. В конструкции устройства используется витая пружина № 208 ГОСТ 13772-68 со следующими основными характеристиками:

высота пружины в свободном состоянии	- 87 мм;
высота пружины при предварительной деформации	- 85 мм;
высота пружины при рабочей деформации	- 68 мм;
сила пружины при предварительной деформации	- 50 кгс;
сила пружины при рабочей деформации	- 430 кгс;
сила пружины при максимальной деформации	- 560 кгс;
диаметр проволоки	- 9 мм;
наружный диаметр пружины	- 45 мм;
жесткость пружины	- 23, 43 кгс/мм;
марка стали	- 60С2А. II

Таблица 2  
Маркировка и основные параметры конструкции УПК

Обозначение (марка) устройства	Минимальная установочная длина $A^*$ , см	Полный ход устройства $l_p$ , см	Масса, кг	Примечание
<u>Одноходовое УПК</u>				
УПК1-57	57	31,5	8,0	Нерегулируе- мая длина внутренней штанги
УПК1р - 70-100	От 70 до 100	40	11,0	Регулируемая длина внут- ренней штанги
УПК1р - 100-170	От 100 до 170	70	21,0	То же
УПК1р - 170-250	От 170 до 250	85	26,0	"
<u>Двухходовое УПК</u>				
УПК2 - 80	80	99**	22,0	Нерегулируе- мая длина внутренней штанги

\* Минимальная установочная длина - общая длина устройства (с учетом регулировки длины внутренней штанги), когда внутрен-  
няя штанга полностью взвинута внутрь наружной (размер  $l$  равен  
нулю, см.рис.2,3,4).

\*\* Полный ход двухходового УПК равен сумме максимальных  
смещений каждой пары трущихся штанг.

2.12. На газопроводах допускается монтаж УПК с креплени-  
ем нижнего шарнира с помощью хомута к сваям опор и установкой  
на трубопроводе хомута, к которому приваривается верхний шар-  
нир, на расстоянии от ригеля на 10 см больше продольного пере-  
мещения трубопровода (см.рис.1,б).

### 3. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УПК НА ТРУБОПРОВОДАХ

3.1. Выбор типа (марки) УПК для различных систем и высот  
прокладки определяется соотношением

$$h_l \geq \sqrt{H^2 + U^2 + V^2} - H + 2, \quad (3)$$

- где  $h_l$  - величина полного хода (приведена в табл.2), см;  
 $H$  - проекция на вертикальную ось расстояния от точки крепления нижнего шарнира к опорной конструкции до нижней образующей трубы в момент монтажа УПК, см (рис.6);  
 $U$  - максимально возможное смещение сечения трубопровода в месте крепления УПК вдоль его продольной оси, см (см.рис.6);  
 $V$  - максимально возможное поперечное смещение трубопровода от продольной оси, проходящей через середины опор, см (см.рис.6).

3.2. Анкер, сваю, железобетонную плиту и т.п., к которым крепится нижний шарнир, следует устанавливать в середине каждого пролета на продольной оси, проходящей через середины опор, до укладки трубопровода на опоры.

3.3. Глубина погружения анкера или сваи, а также размер железобетонной плиты определяются несущей способностью грунта. Вертикальная выдергивающая нагрузка, действующая на анкер или сваю, а также вес железобетонной плиты могут быть найдены по формуле

$$G = 3F_{tp}, \quad (4)$$

где  $F_{tp}$  определяется по табл.1.

3.4. Величина осадки или пучения основания УПК за период эксплуатации не должна превышать 5 см.

3.5. Монтаж УПК следует производить только после того, как трубопровод будет уложен на опоры, а хомуты неподвижных опор полностью затянуты.

3.6. Перед установкой УПК на трубопроводе следует убедиться, что при незатянутой пружине внутренняя штанга относительно наружной перемещается свободно, без заедания. Люфты в шарнирах не допускаются.

3.7. УПК следует устанавливать вертикально, если ось трубопровода, уложенного на ригели опор, совпадает с продольной осью, проходящей через середины опор. В противном случае УПК устанавливается наклонно в вертикальной плоскости, проходящей через основание устройства перпендикулярно оси трубы.

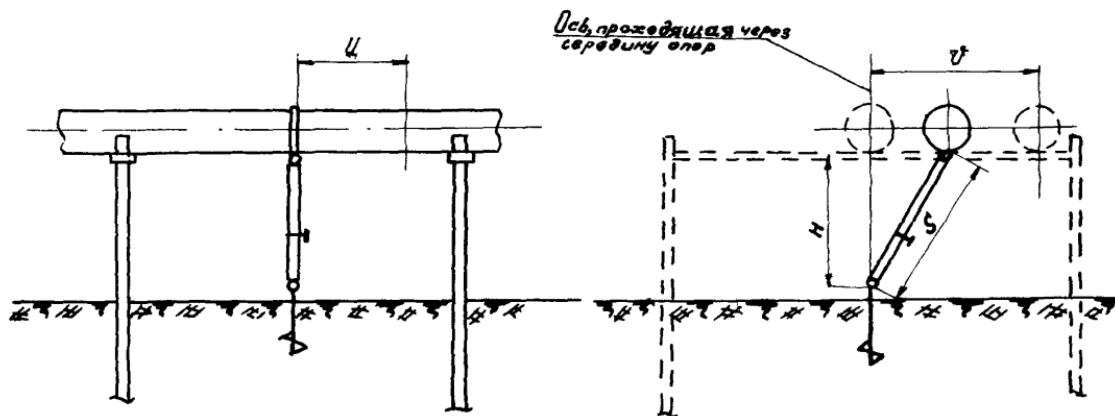


Рис.6. Параметры для выбора и монтажа устройств для предотвращения колебаний на трубопроводе.

3.8. При вертикальной установке УПК размер  $h$  (см.рис. 2,3,4) следует выставить равным 3 см. Затем необходимо затягнуть пружину на усилие, определяемое по формуле (2). Для устройства с регулируемой длиной внутренней штанги размер  $L$  следует устанавливать по месту и полностью затянуть хомут (поз.1, рис.3) при монтаже УПК к основанию и хомуту, охватывающему трубопровод. При наклонной установке УПК размер  $h$  следует определять по формуле

$$h = S - (H-2), \quad (5)$$

где  $S$  - расстояние от нижней образующей трубы до точки крепления УПК к окончной конструкции, см (см.рис.6).

3.9. При монтаже хомута крепления УПК к трубопроводу пластины, стягивающие полухомуты, должны быть параллельны, что обеспечивается регулировкой упоров (поз.6, рис.5).

Усилие затяжки пружины  $430 \pm 30$  кгс.

Хомут должен плотно, без зазоров, охватывать трубу по всему периметру.

3.10. УПК после монтажа должно быть прямолинейно: поворотов в шарнирах более  $15^\circ$  не допускается. Все болтовые соединения следует надежно законтрить.

3.11. Верхний и нижний шарниры перед установкой УПК на трубопроводе следует смазать смазкой ЦИАТИМ-202 ГОСТ ИСО 75. Последующую смазку необходимо производить в период ремонта газопровода.

3.12. Соединение пластины, к которой крепится нижний шарнир УПК с анкером, сваей, грунтом и т.п., должно быть жестким, не допускающим никаких поворотов.

3.13. Два раза в год следует производить осмотр УПК, при котором необходимо контролировать:

усиление затяжки пружин  $P$  по величине сжатия

$$P = Z t, \quad (6)$$

где  $Z$  - жесткость пружины (см.п.2.11);

$t$  - величина сжатия, мм (рис.2,3,4);

надежность затяжки всех болтовых соединений;

величину выпучивания или осадки анкера, свай, плиты и т.п., к которым крепится нижний шарнир;

плотность охвата хомутом, закрепляемым на трубопроводе.

3.14. При выполнении работ по изготовлению, складированию, транспортировке и монтажу УПК необходимо соблюдать правила техники безопасности, предусмотренные требованиями СНиП III-A. II-70 и "Правилами техники безопасности при строительстве магистральных стальных газопроводов" (М., "Недра", 1970).

3.15. Для безопасности производства работ следует применять инвентарные подмости.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	3
2. Конструкции и классификация устройств для предотвращения колебаний (УПК) .....	5
3. Монтаж и эксплуатация УПК на трубопроводах .....	12

# Руководство по применению, монтажу и эксплуатации устройств для предотвращения колебаний надземных трубопроводов

P 362-79

Издание ВНИИСТА

Л-67073 Подписано в печать 30.II.79г. Формат 60x84/16  
Печ.л. 1,0 Уч.-изд.л. 0,8 Бум.л. 0,5  
Тираж 750 экз. Цена 8 к. Заказ 65

Ротапринт ВНИИСТА