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

gost.e-ecolog.ru

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 (ЛОУ), 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 конструкция 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 эксплуатации устройств для предотвращения колебаний надземных трубопроводов | Р 362-79 |
|---|---|---|

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. 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 диссипация 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 $\ell_д$ (рис.I,а), определяемую по формуле

$$\ell_д = 15{,}7\sqrt[4]{\frac{E J D_н^2}{V_в^2 q_{полн}}}, \qquad (I)$$

| Внесено лабораторией трубопроводов, сооружаемых в особых условиях | Утверждено ВНИИСТом 3 сентября 1979 г. | Разработано впервые |
|---|---|---|

где $E$ – модуль упругости материала трубы, кгс/см$^2$;

$J$ – момент инерции сечения трубы, см$^4$;

$D_н$ – наружный диаметр трубы, см;

$q_{полн}$ – полная расчетная погонная нагрузка трубопровода, кгс/см;

$V_в$ – максимальная скорость ветра, при которой не возникают резонансные колебания трубопровода, м/с, принимается $V_в = 1{,}3\ V_{кр}$, но не более 2500 см/с; $V_{кр} = 5\ \lambda D_н$, где $\lambda$ – частота основного тона собственных колебаний трубопровода (без УПК), с$^{-1}$.

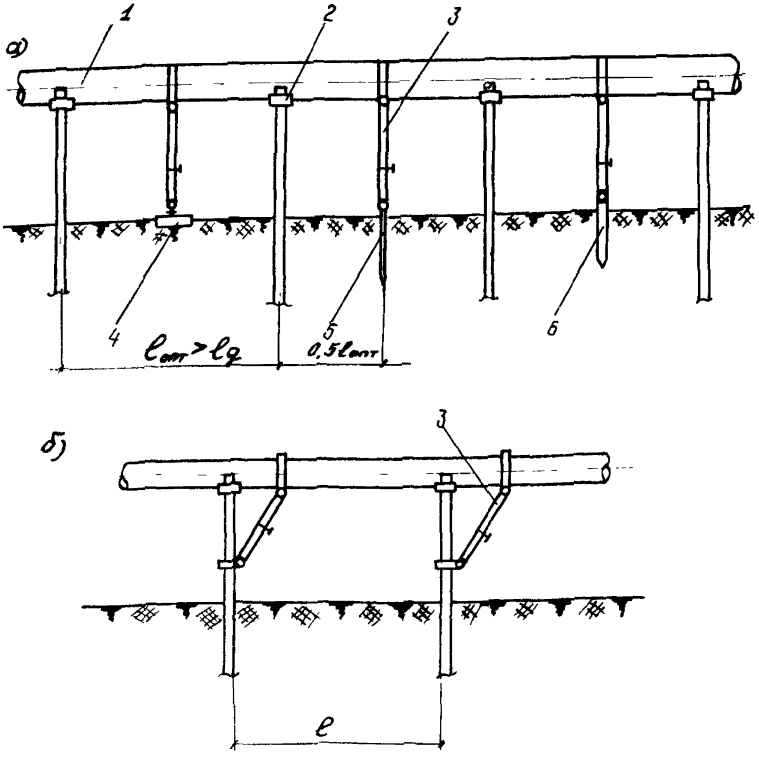


Рис.1. Схема установки устройств для предотвращения колебаний на надземном трубопроводе:

а – в середине пролета; б – на опорах; 1 – трубопровод; 2 – опора; 3 – УПК; 4 – железобетонная плита; 5 – анкер; 6 – свая

I.6. Если выбранная длина пролета надземной системы прокладки больше $l_g$ , найденной по формуле (I), то в середине каждого пролета следует установить УПК.

I.7. УПК следует применять на трубопроводах с наружным диаметром трубы от 325 до I420 мм, прокладываемых на высоте 57-250 см от поверхности земли.

I.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.I настоящего Руководства).

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

2.I. 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 ( $h_n$ ).

Внутренняя штанга не имеет регулировки длины. Одноходовое УПК с регулируемой длиной также состоит из одной пары трущихся 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

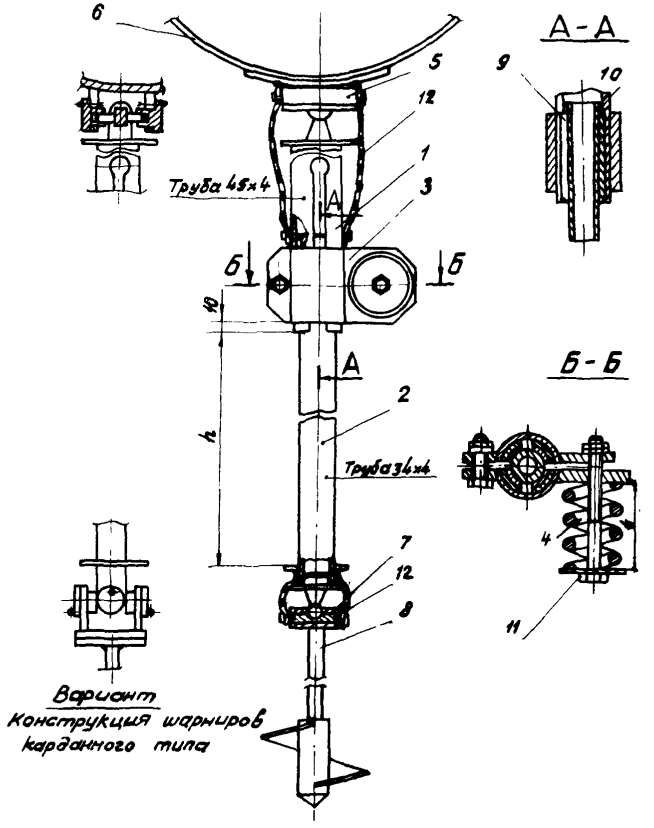


Рис.2. Устройство для предотвращения колебаний (одноходовое с нерегулируемой длиной внутренней штанги)

штанг - наружной (цангового 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 I0, установленным на конце внутренней штанги; при максимальном относительном смещении наружной и внутренней штанг стопорное кольцо упирается во вкладыши. Сжатие пружины производится болтом II. Шарниры устройства закрываются изготовляемыми из брезента чехлами I2.

2.5. Одноходовое УПК с регулированием длины внутренней штанги (рис.3) имеет составную внутреннюю штангу (телескопическое трубчатое сочленение). 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 I00 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 полухомутов I и 2, стягиваемых с двух сторон болтами 3 и 4. К нижнему полухомуту I приваривается пластина верхнего шарнира УПК.

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

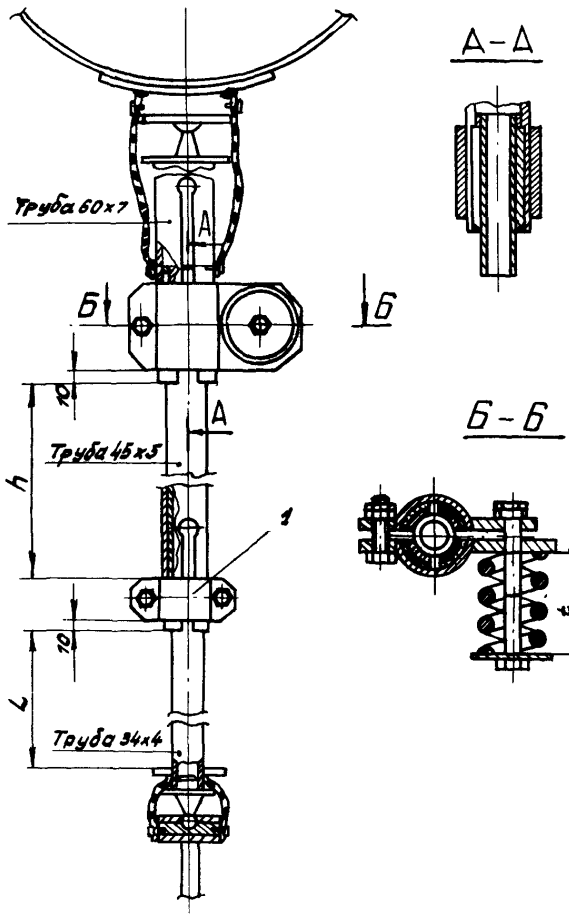


Рис.3. Устройство для предотвращения колебаний (одноходовое с регулируемой длиной внутренней штанги)

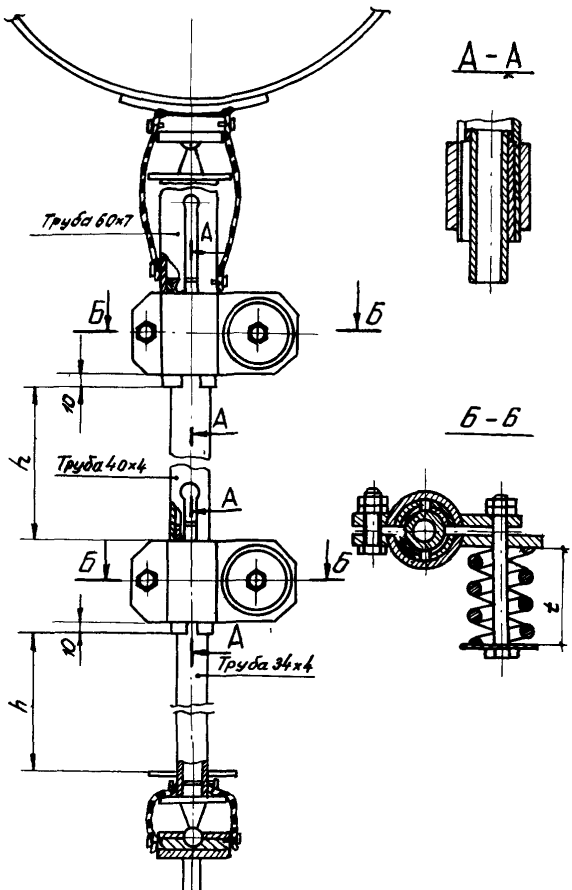


Рис.4. Устройство для предотвращения колебании (двухходовое)

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 тарельчатая пружина.

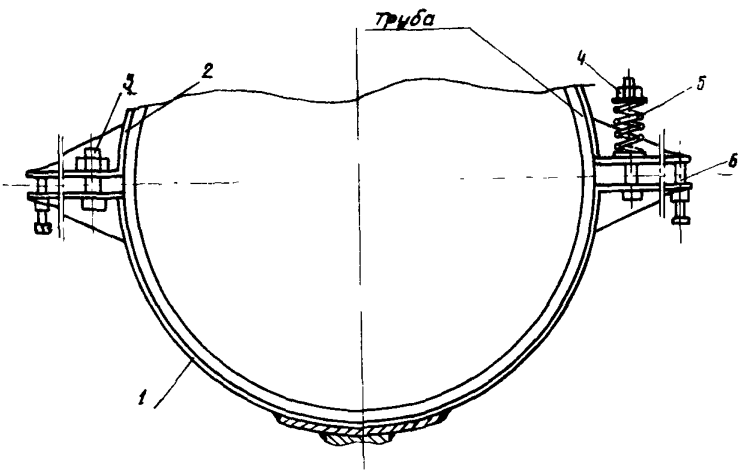


Рис.5. **Хомут крепления устройства для предотвращения колебаний к трубопроводу**

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 $F_{тр}$, 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

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

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

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

$F_{тр}$ - 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

| $D_н$, мм | До 720 | 820 | I020 | I220 | I420 |
|---|---|---|---|---|---|
| $F_{тр}$, кгс | 30 | 55 | 85 | I50 | 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 проектнефтегазспецмонтаж Миннефтегазстроя.

2.I0. Маркировка и основные конструктивные параметры УПК приводятся в табл.2.

2.II. В конструкции устройства используется витая пружина № 208 ГОСТ I3772-68 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.

Таблица 2

Маркировка и основные параметры конструкции УПК

| Обозначение (марка) устройства | Минимальная установочная длина А*, см | Полный ход устройства $h_п$, см | Масса, кг | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| | Одноходовое УПК | | | |
| УПКI-57 | 57 | 3I,5 | 8,0 | Нерегулируемая длина внутренней штанги |
| УПКIр - 70-I00 | От 70 до I00 | 40 | II,0 | Регулируемая длина внутренней штанги |
| УПКIр - I00-I70 | От I00 до I70 | 70 | 2I,0 | То же |
| УПКIр - I70-250 | От I70 до 250 | 85 | 26,0 | " |
| | Двухходовое УПК | | | |
| УПК2 - 80 | 80 | 99** | 22,0 | Нерегулируемая длина внутренней штанги |

* Минимальная установочная длина - общая длина устройства (с учетом регулировки длины внутренней штанги), когда внутренняя штанга полностью вдвинута внутрь наружной (размер $h$ равен нулю, см.рис.2,3,4).

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

2.I2. На газопроводах допускается монтаж УПК с креплением нижнего шарнира с помощью хомута к сваям опор и установкой на трубопроводе хомута, к которому приваривается верхний шарнир, на расстоянии от ригеля на I0 см больше продольного перемещения трубопровода (см.рис.I,б).

## 3. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УПК НА ТРУБОПРОВОДАХ

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

$$h_п \geq \sqrt{H^2+u^2+V^2} - H + 2, \qquad (3)$$

где $h_п$ - 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

$$G = 3F_{тр}, \qquad (4)$$

где $F_{тр}$ определяется по табл.I.

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.

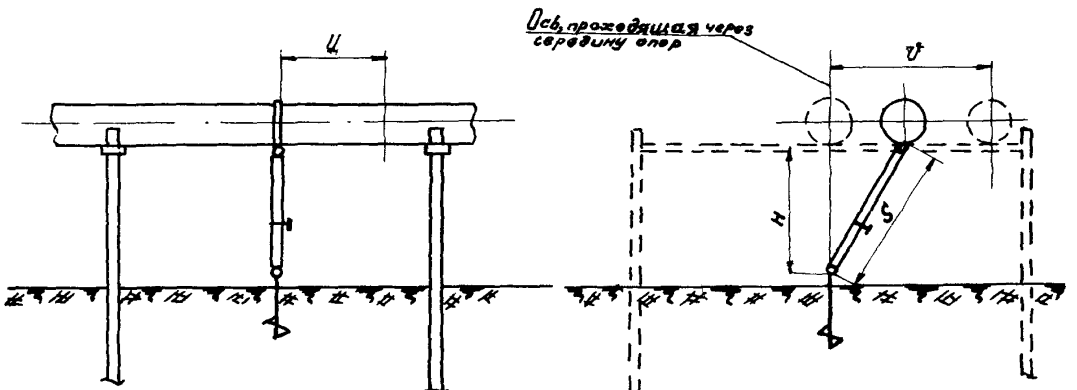


Рис.6. Параметры для выбора и монтажа устройств для предотвращения колебаний на трубопроводе

3.8. При вертикальной установке УПК размер $h$ (см.рис. 2,3,4) следует выставить равным 3 см. Затем необходимо затянуть 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.I, рис.3) при монтаже УПК к основанию и хомуту, охватывающему трубопровод. При наклонной установке УПК размер $h$ следует определять по формуле

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

где $S$ - расстояние от нижней образующей трубы до точки крепления УПК к опорной 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±30 кгс.

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

3.I0. УПК после монтажа должно быть прямолинейно: поворотов в шарнирах более $I5^0$ не допускается. Все болтовые соединения следует надежно законтрить.

3.II. Верхний и нижний шарниры перед установкой УПК на трубопроводе следует смазать смазкой ЦИАТИМ-202 ГОСТ IIII0-75. Последующую смазку необходимо производить в период ремонта газопровода.

3.I2. Соединение пластины, к которой крепится нижний шарнир УПК с анкером, сваей, грузом и т.п., должно быть жестким, не допускающим никаких поворотов.

3.I3. Два раза в год следует производить осмотр УПК, при котором необходимо контролировать:

усилие затяжки пружин $P$ по величине сжатия

$$P = z\,t, \qquad (6)$$

где $z$ - жесткость пружины (см.п.2.II);

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

надежность затяжки всех болтовых соединений;

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

плотность охвата хомутом, закрепляемым на трубопроводе.

3.I4. При выполнении работ по изготовлению, складированию, транспортировке и монтажу УПК необходимо соблюдать правила техники безопасности, предусмотренные требованиями СНиП Ш-А. II-70 и "Правилами техники безопасности при строительстве магистральных стальных газопроводов" (М., "Недра", I970).

3.I5. Для безопасности производства работ следует применять инвентарные подмости.

## СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения ..... 3

2. Конструкции и классификация устройств для предотвращения колебаний (УПК) ..... 5

3. Монтаж и эксплуатация УПК на трубопроводах ..... I2

---

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

Р 362-79

Издание ВНИИСТа

Редактор Г.К.Храпова Корректор С.П.Михайлова
Технический редактор Т.В.Берешева

Л- 67073 Подписано в печать 30.XI.79г. Формат 60x84/I6
Печ.л. I,0 Уч.-изд.л. 0,8 Бум.л. 0,5
Цена 8 к. Заказ 65

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru