

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ВНИИСТ

1-6 000

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 (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.

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 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 $l_{опм}$, рассчитанное с учетом только статических нагрузок, превышает величину динамически устойчивого пролета l_g (рис. I, а), определяемую по формуле

$$l_g = 15,7 \sqrt[4]{\frac{E J_D^2}{V_B^2 q_{полн}}}, \quad (I)$$

Внесено лабораторией
трубопроводов, соору-
жаемых в особых усло-
виях

Утверждено ВНИИСТом
3 сентября 1979 г.

Разработано впервые

где E - модуль упругости материала трубы, кгс/см²;
 J - момент инерции сечения трубы, см⁴;
 D_n - наружный диаметр трубы, см;
 $q_{\text{полн}}$ - полная расчетная погонная нагрузка трубопровода, кгс/см;
 V_B - максимальная скорость ветра, при которой не возникают резонансные колебания трубопровода, м/с, принимается $V_B = 1,3 V_{\text{кр}}$, но не более 2500 см/с; $V_{\text{кр}} = 5 \lambda D_n$, где λ - частота основного тона собственных колебаний трубопровода (без УПК), с⁻¹.

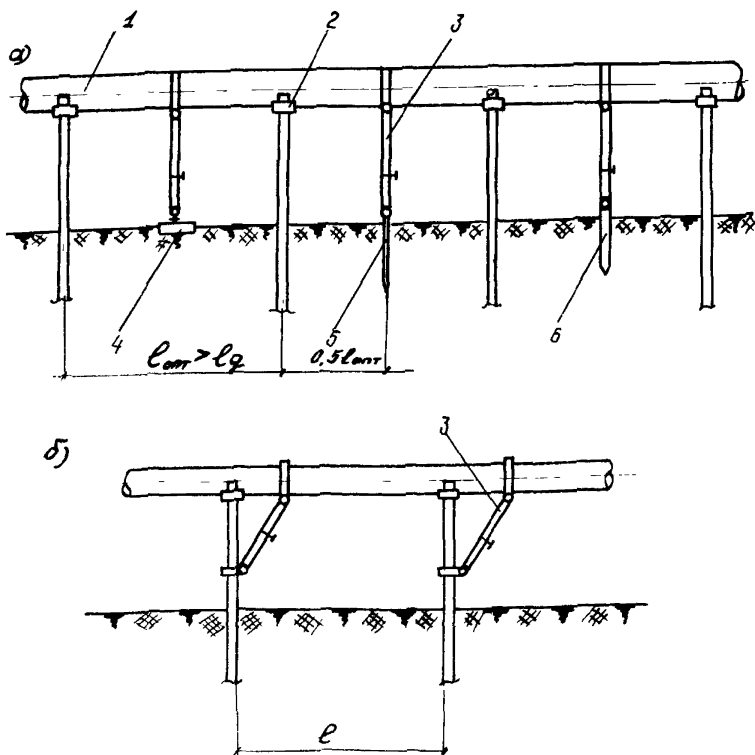


Рис.1. Схема установки устройств для предотвращения колебаний на надземном трубопроводе:

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

1.6. Если выбранная длина пролета надземной системы прокладки больше l_g , найденной по формуле (1), 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 выполняется 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_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

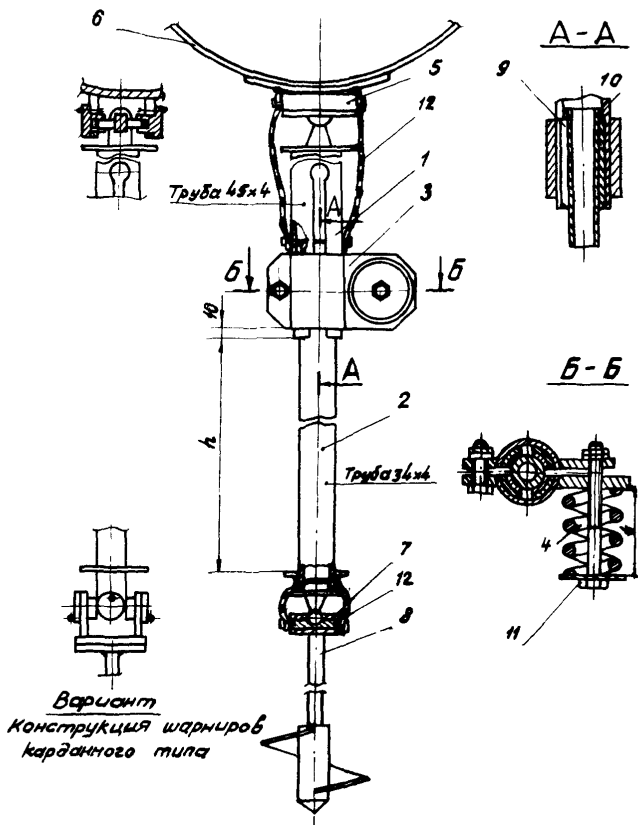


Рис.2. Устройство для предотвращения колебаний (одноходовое с нерегулируемой длиной внутренней штанги)

штанг - наружной (цангового типа) 1 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 вкладыши. Сжатие пружины производится болтом 11. Шарниры устройства закрываются изготовляемыми из брезента чехлами 12.

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 1 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 30 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 полухомутов 1 и 2, стягиваемых с двух сторон болтами 3 и 4. К нижнему полухомуту 1 приваривается пластина верхнего шарнира УПК.

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

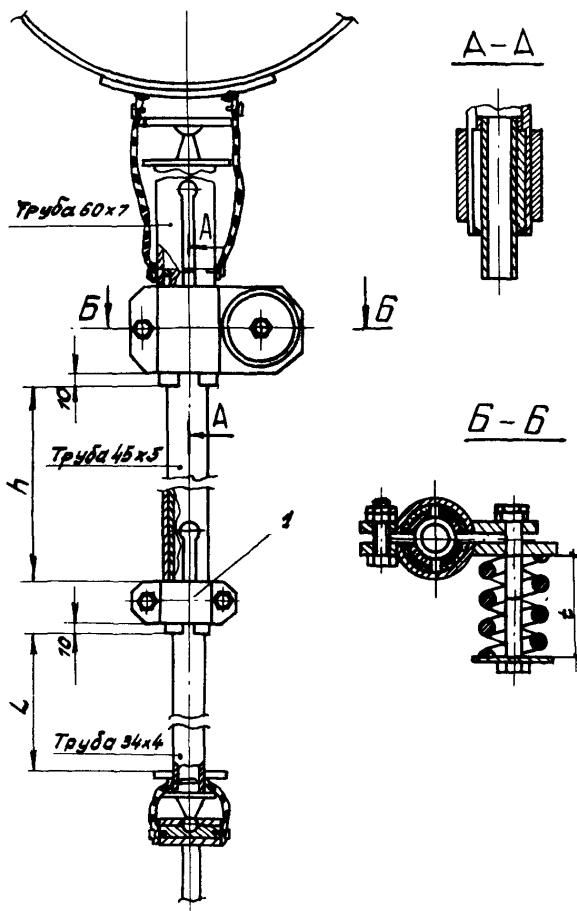


Рис.3. Устройство для предотвращения колебаний (одноходовое с регулируемой длиной внутренней штанги)

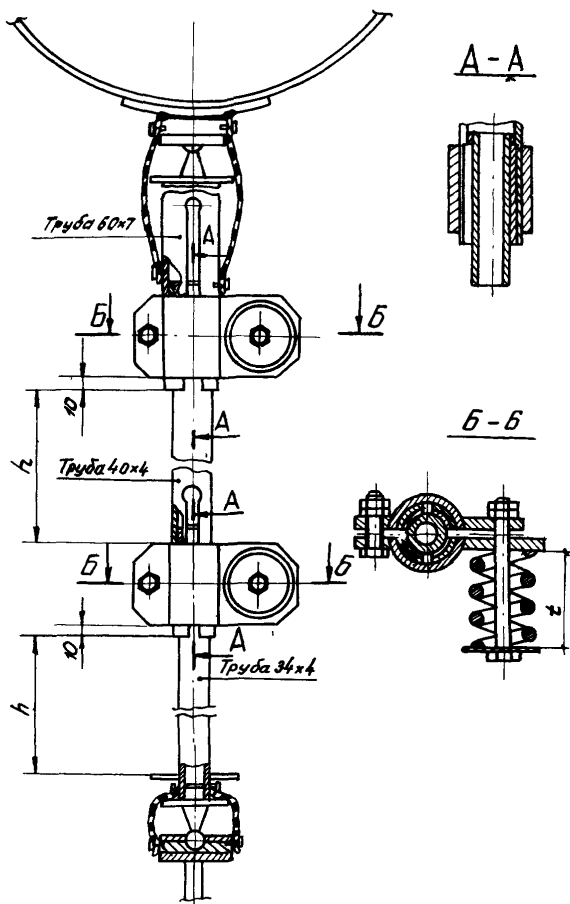


Рис.4. Устройство для предотвращения колебаний (двухходовое)

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.

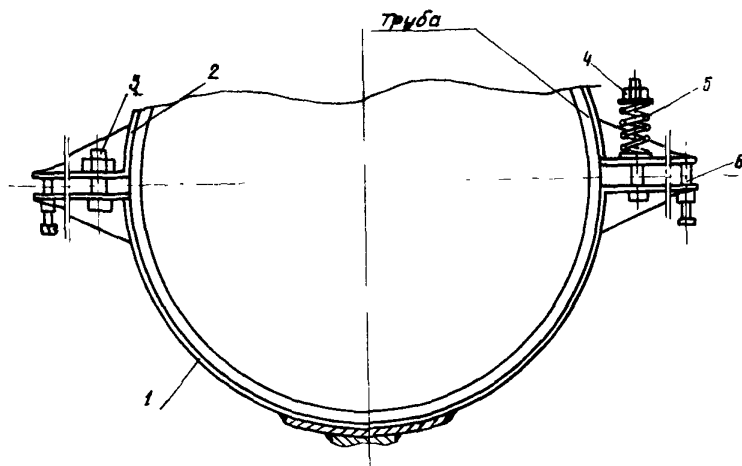


рис. 5. Хомут крепления устройства для предотвращения колебаний к трубопроводу

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, задирам и рискам 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

$$\rho = \frac{K_1 K_2 F_{\text{ТР}}}{5f}, \quad (2)$$

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

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

$F_{\text{ТР}}$ - 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_H , мм	До 720	820	1020	1220	1420
$F_{\text{ТР}}$, кгс	30	55	85	150	255

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

1242 ГС1 00 000СБ для одноходового с нерегулируемой длиной;

1242 ГС2 00 000СБ для одноходового с регулируемой длиной;

1242 ГС3 00 000СБ для двухходового, разработанными ВНИИСТом и СЛКБ проектногазспецмонтаж 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 h_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 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.

2.12. 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 10 см больше продольного перемещения 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

$$h_{п} \geq \sqrt{H^2 + u^2 + V^2} - H + 2, \quad (3)$$

- 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

$$G = 3F_{тр}, \quad (4)$$

где $F_{тр}$ 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.

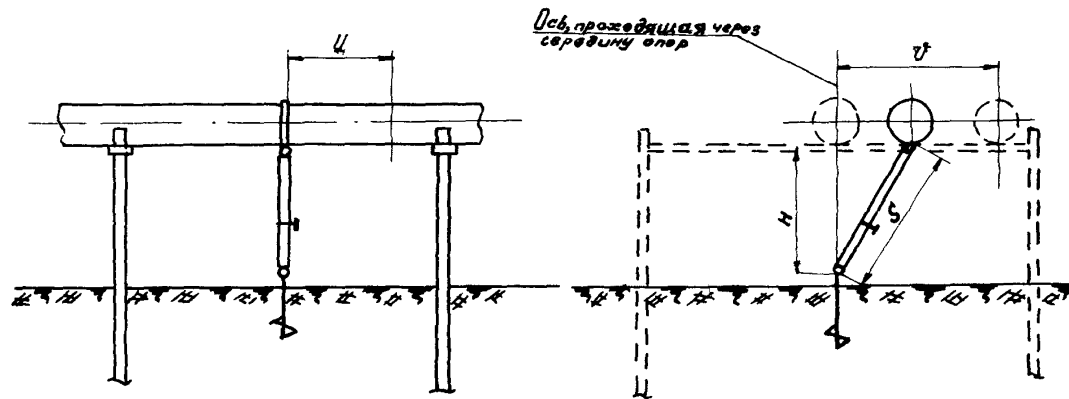


Рис.6. Параметры для выбора и монтажа устройств для предотвращения колебаний на трубопроводе

3.8. При вертикальной установке УПК размер h (см. рис. 2,3,4) следует выставить равным 3 см. Затем необходимо 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.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 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.

3.10. УПК после монтажа должно быть прямолинейно: поворотов в шарнирах более 15° 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 IIIIO-75. Последующую смазку необходимо производить в период ремонта газопровода.

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

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

усилие 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, сваи, 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 Ш-А. 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

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 60x84/16
Печ.л. 1,0	Уч.-изд.л. 0,8	Бум.л. 0,5
Тираж 750 экз.	Цена 8 к.	Заказ 65

Ротапринт ВНИИСТА