

ОБРАЗЕЦ ПРОТОКОЛА ИСПЫТАНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ 9 БАЛЛОВ ПО ШКАЛЕ MSK-64

ПРОТОКОЛ № 304

Испытания подогревателей топливного газа типа ПТГ, ПГ

1. Объект испытаний

Подогреватели топливного газа ПТГ-15М/100, ПГ-30 (далее – подогреватели газа), паспорта ПС-3514.00.00.000-А ПС, ПС-3391.00.00.00-Е ПС, чертежи ПС-3514.00.00.000-А, ПС-3391.00.00.00-Е СБ, серийный выпуск, предназначенные для районов с сейсмичностью 9 баллов по шкале MSK-64.

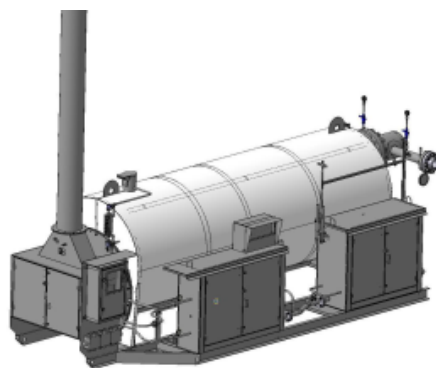


Рис. 1 Общий вид подогревателя газа.

Повышение сейсмостойкости и взрывостойкости установки достигается за счет перемещения сдвиговых податливых креплений установки, выполненных в виде болтовых соединений, в которых анкер, расположенный в изолирующей трубе или в свинцовой обойме, снабжен скользящим тросовым дугообразным зажимом и амортизирующими элементами в виде свинцового или из красной меди стопорного энергопоглощающего клина, забитого в паз анкера, пропиленного в нижней части последнего. При землетрясении или взрыве тросовой зажим начинает скользить по анкеру, расположенному в свинцовой обойме до стопорного клина, поглощая при этом сейсмическую или взрывную энергию.

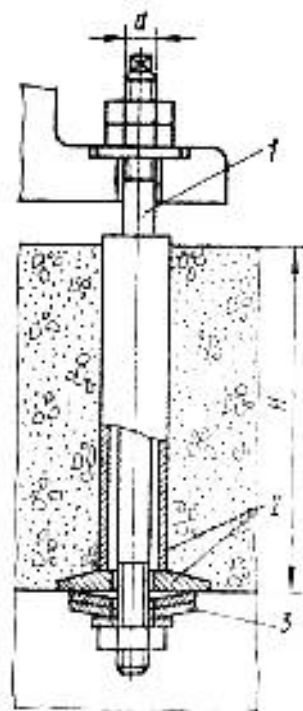


Рис. 2 Общий вид податливого сдвигоустойчивого крепления подогревателя газа

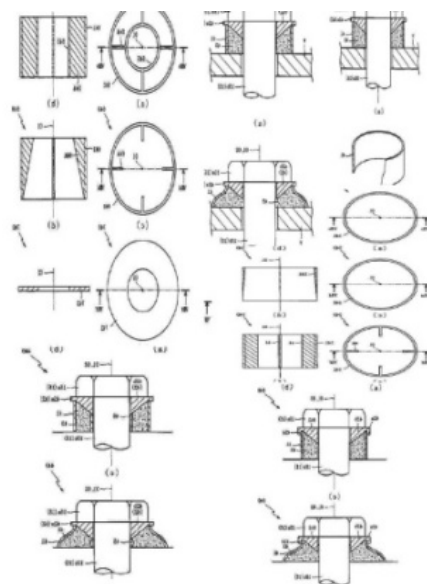


Рис. 3 Принципиальная схема сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателя газа

2. **Разработчик:** Центр сертификации ООО «ТестПром»
3. **Изготовитель:** Центр Сертификации ООО «ТестПром»
4. **Место проведения испытаний** Испытательный Центр ООО «ТестПром»
5. **Условия проведения испытания на скольжение и податливость**

Испытания проводились в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150-69: - температуре воздуха +25°C; - относительной влажности воздуха - 80%; - атмосферное давление - 84 кПа (730 мм ртутного столба).

6. Цель испытаний

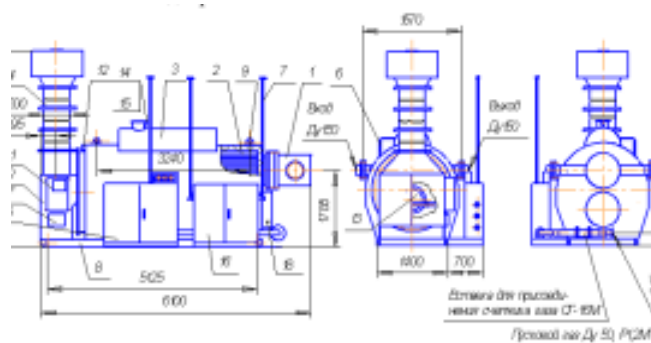
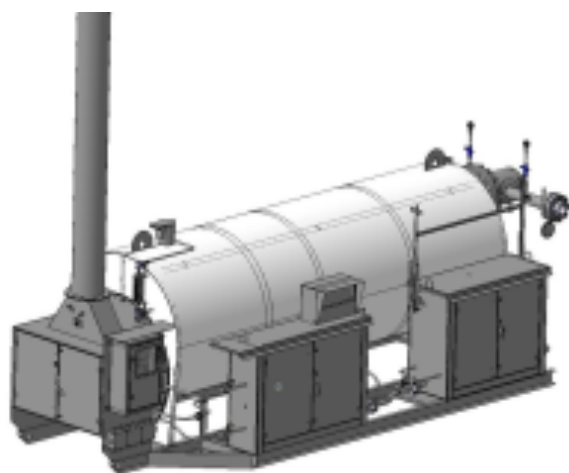
Испытания проводились с целью проверки возможности сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателей газа противостоять разрушающему действию сейсмических нагрузок и сохранить параметры

во время и после воздействия землетрясений интенсивностью 9 баллов по шкале MKS-64 на отметках установки до 25 м и интенсивностью 8 баллов по шкале MKS-64 на отметках установки до 70 м, что соответствует I-й и II-й категориям сейсмостойкости по НП-031-01 в указанных режимах сейсмических воздействий (9 баллов - 25 м, 8 баллов - 70 м).

7. Методика испытаний

Испытания проводились в программе ПК SCAD с учетом экономической прогрессивной теории активной сейсмозащиты зданий (АССЗ) вместо устаревшей консольной расчётно – динамической модели (РДМ).

Испытания подогревателей осуществлялись в программе SCAD согласно ГОСТ Р 50785-95 п.п. 10.1, 10.2, 10.5, 10.6, 10.8, 10.13, ГОСТ Р 53174-2008 п.п. 6.3.2; 6.3.10-6.3.15; 6.6.1; 7.1-7.9; раздел II, ГОСТ 12.1.003-83 Раздел 2; ГОСТ 12.1.005-88 П. 2.4; ГОСТ Р 51317.6.4-2009 (МЭК 61000-6-4:2006), ГОСТ Р 50030.6.2-2000 с использованием изобретений №№ 2327878, 2228488, 2256272, 2440638, 2035835, 2252473.



1-раздаточный; 2-труба трубчатый; 3-корпус подогревателя; 4-дымоход; 5-блок опсечив или
указателя уровня; 7-свеч; 8-сильфон; 9-серия грузоподъемник; 10-генератор; 11-блок автомат
тика уровня; 13-блок горелок; 14-блок предохранительный; 15-выключатель ВПВ; 16-блок
розжига; 17-коробка соединительная КП-48; 18-лок смонтированной.

Испытание сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателей газа на осевое статическое усилие сдвига – скольжения дугообразного зажима с анкерной шпилькой с учетом экономической прогрессивной теории активной сейсмозащиты промышленного оборудования (АССО) вместо консольной расчетно-динамической модели (РДМ). Модельные испытания сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателей газа проводились в соответствии с новыми PCY (расчетные сочетания усилий) для пространственных моделей с учетом графика динамичности норм Азербайджана AzDTN 2.3-1, ГОСТ Р 54257-2010, ГОСТ Р 54157-2010, Eurocade-3, А500СП, СП 53-102-2004 согласно синтезированных акселерограмм с учетом НП-31-01, ГОСТ 6249-52 «Шкала для определения силы землетрясения в пределах от 6 до 9 баллов». Испытания динамических моделей сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателей газа на сейсмостойкость производились спектральным методом на основе синтезированных акселерограмм с загрузением новых PCY AzDTN 2.3-1 в соответствии с НП-031-01, ГОСТ 17516.1-90, ГОСТ 30546.1, 2, 3-98, ГОСТ 16962.2-90, ГОСТ 30631-99 на основе рекомендаций: ОСТ 36-72-82, СТО 0041-2004, МДС 53-1.2001, РТМ 24. 038.12-72, ВСН 382-87, ОСТ 108.275.51-80, для взрывоопасных и пожароопасных объектов категории А и Б.

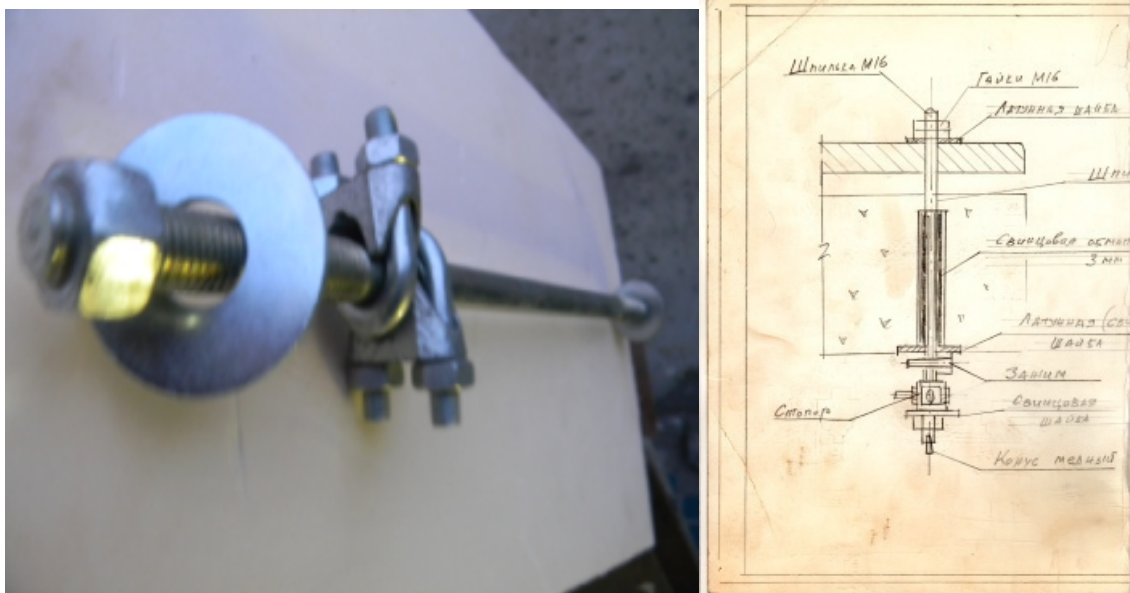


Рис. 4 Скользящее (сдвиговое) крепление подогревателя газа

Скользящее (сдвиговое) крепление выполнено в виде болтового соединения с изолирующей трубой или свинцовой обжимкой, с амортизирующим элементом в виде свинцового или из красной меди клина, забитого в паз, пропиленный в нижней части анкера. При землетрясении или взрыве тросовой зажим начинает скользить по анкеру до стопорного (тормозного) клина, поглощая при этом сейсмическую или взрывную энергию.

Крутящий момент определяется по изобретению № 2367917 "Способ измерения крутящего момента затяжки резьбовых соединений и динамометрический ключ для его осуществления".

Испытания сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателей газа проводились на воздействие электромагнитных помех согласно ГОСТ Р 51317.6.4-2009 «Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах». В соответствии с нормами подогреватели газа обеспечены заземлением и защитой от молний (имеется громоотвод) с электромагнитной защитой от СВЧ-генераторов Active Denial Sytem («микроволновая пушка») и других искусственных молний, которые вызывают пожар.

Испытанные податливые (скользящие) узлы крепления подогревателей газа, предназначенных для работы в сейсмоопасных районах с сейсмичностью 8-9 баллов по шкале MSK-64 соответствуют ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований», ГОСТ 6249-52 «Шкала для определения силы землетрясения в пределах от 6 до 9 баллов». Испытания производились в ПК SCAD. Испытаниям подвергались элементы демпфирующих узлов креплений (свинцовые шайбы, демпфирующие болты в свинцовой обмотке, тросовые зажимы или дугообразные зажимы, анкерные шпильки со свинцовыми сминаемыми клиньями) согласно ОСТ 37.001.050-73 «Затяжка резьбовых соединений», «Руководство по креплению технологического оборудования фундаментными болтами», ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, альбома серии 4.402-9 «Анкерные болты», вып.5, ЛЕНГИПРОНЕФТЕХИМ, «Инструкция по выбору рамных податливых крепей», «Инструкции по применению высокопрочных болтов в эксплуатируемых мостах», ОСТ 108.275.80, ОСТ 37.001.050-73. Испытания фрагментов сдвигоустойчивых узлов крепления подогревателей газа проводились на основе синтезированных акселерограмм с нагружением РСУ (расчет сочетаний усилий) AzDTN 2.3-1 в соответствии с НП-031-01 в части категории сейсмостойкости II, ГОСТ 17516.1-90, ГОСТ 30546.1,2,3-98 в ПК SCAD.

9. Испытательное оборудование и измерительные приборы

Перечень испытательного оборудования и измерительных приборов для проведения испытаний сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателей газа приведен в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Испытания на перемещение демпфирующих узлов с амортизирующими элементами	Тип прибора, оснастки, оборудование	Диапазон измерения	Примечание
1	Определение статических усилий для сдвига податливого анкера, установленного в изолирующей трубе с амортизирующими податливыми элементами в виде тросового «или» дугообразного зажима с анкерной шпилькой производилось в ИЦ «ПКТИ-СтройТЕСТ» («Протокол испытания на осевое статическое усилие сдвигу дугообразного зажима с анкерной шпилькой» № 1516-2 от 25.11.2013)	Рулетка, штангенциркуль	+ - (2- 5) см	Протокол испытания на осевое статическое усилие сдвига дугообразного зажима с анкерной шпилькой № 1516-2 от 25.11.2013 согласно патента на полезную модель № 102228 «Анкерная крепь для горных выработок» и № 44350 «Анкерная крепь».
2	Индикатор с манометром до 10 тонн, для измерения перемещения податливого анкера по дугообразному зажиму с анкерной шпилькой (тросовому зажиму).	Индикатор измерений перемещений с ценой деления в динах 2 мм	1%	См. Протокол испытания на осевое статическое усилие сдвига дугообразного зажима с анкерной шпилькой № 1516-2 от 25.11.2013 г.
3	Домкрат до 10 тонн для отрыва демпфирующего крепления	Рулетка, штангенциркуль	+ - (2- 5) см	См. Протокол испытания на осевое статическое усилие сдвигу дугообразного зажима с анкерной шпилькой № 1516-2 от 25.11.2013 согласно патента на полезную модель № 102228 «Анкерная крепь для горных выработок» и № 44350 «Анкерная крепь»
4	Лебедка рычажная (усилие 5 тонн) для определения смятия при выдергивании анкера со свинцовым «тормозным» клином, забитым в прорезанный паз в резьбовой части анкера М16	Теодолит	1%	См. Протокол испытания на осевое статическое усилие сдвигу дугообразного зажима с анкерной шпилькой №1516-2 от 25.11.2013

5	Кувалда, вес 4 кг. (для определения перемещения демпфирующего анкера с тормозным клином во время испытания на монтажной строительной площадке)	Нивелир	+/- 0,0 Т/с2	Годен до 12.2017 г.
6	лабораторный механический манометр мерить для измерения перемещения анкера М16 ГОСТ 24376.1 на податливость	Штатив с манометром	0,01 мм - 1000 мм	Свидетельство № 1 до 01.2017 г.
7	Аналогично вибростенду ES -180-590 использовалась испытательная машина ZD-10/90 на сдвиг, скольжение и податливость согласно ГОСТ 53166-2008 «Землетрясения»	Усилия выдергивания шкала 100 кгс.	Зав № 66/79 (сертификат о калибровке № 143-1371 от 28.08.2013г.)	Годен до 12.2017 г.
8	Ключ динамометрический	Нивелир	+/- 0,0 Т/с2	Годен до 12.2017 г.
9	Нивелир	Штатив с манометром	0,01 мм. - 1000 мм.	Свидетельство № 1 до 01.2017 г.
10	Домкрат 5 т	Усилия выдергивания шкала 5 тонн	Зав № 1 (сертификат № 14 от 18.09.2013г.)	Годен до 01.2017 г.
11	Лебедка 5 тонная	Для определения сдвига или скольжение анкера в изолированной трубе		Годен до 12.2017 г.
12	Болгарка для простукивания пазов в анкерных болтах для забивки стопорного свинцового клина	Болгарка дисковая пила	Паз пропила 2 мм	Свидетельство № 3 до 01.2017 г.
13	Гайковерт ИП-3128 использовался при испытаниях на фрагментах, деталях сдвигоустойчивых скользящих сейсмостойких и взрывостойких узлах крепления.	при испытаниях на демпфированность и сдвигоустойчивость, допускает настройку величины крутящих моментов от 80 до 150 кгс	Зав № 1 № 19 от 18.09.2013г.)	Годен до 01.2017

10. Характеристики механических ВВФ (внешние воздействующие факторы) при испытаниях на сейсмостойкость фрагментов демпфирующих податливых узлов крепления

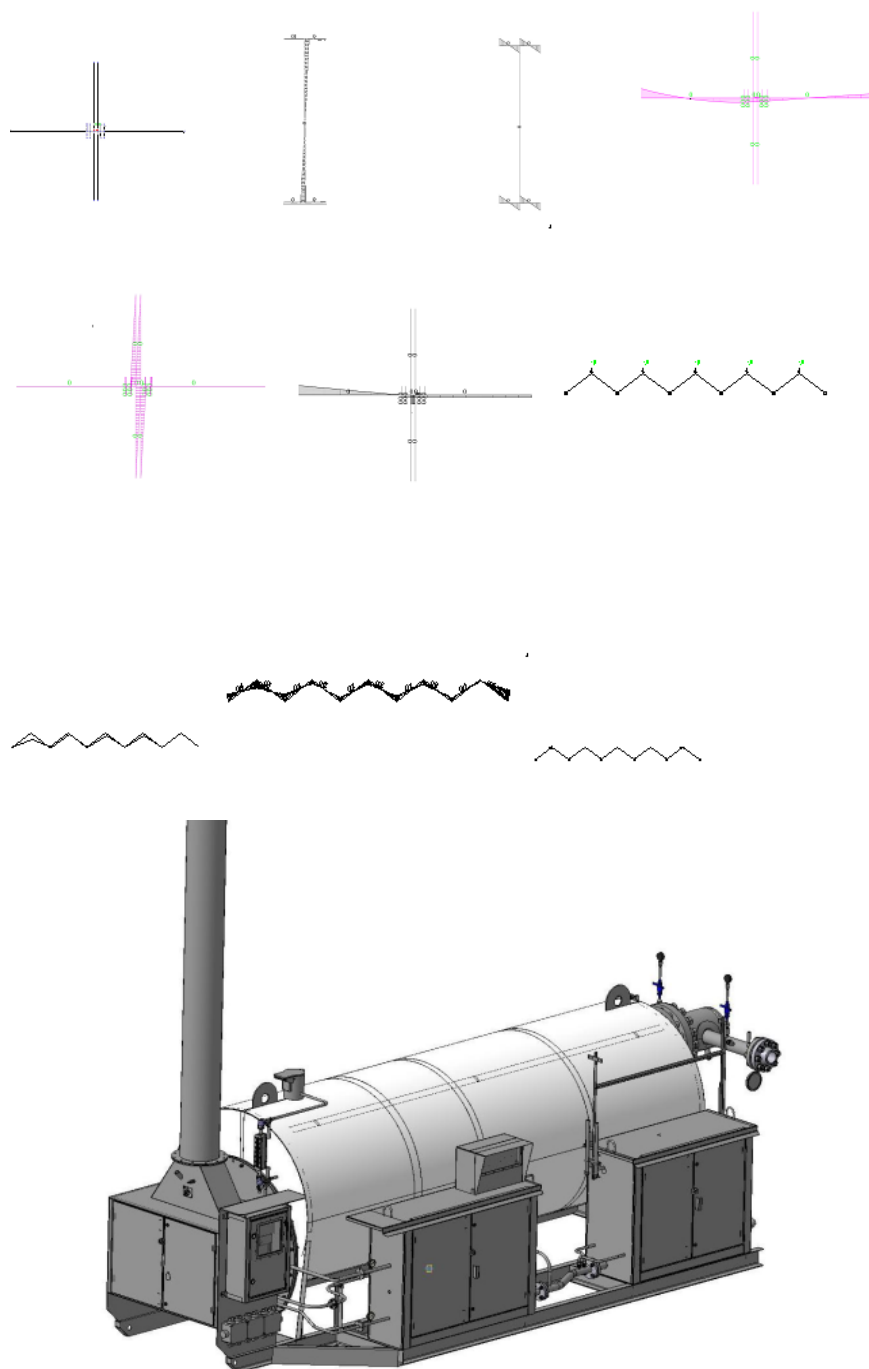


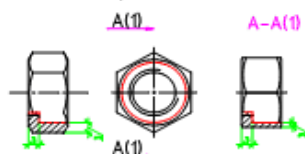
Рис.5 Графики задающих режимов расчетных схем перемещений узла крепления сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателя газа в ПК SCAD для 8-9 баллов (высота от 0м до 25м).

Суммарные внешние нагрузки на основную схему демпфирующего податливого узла крепления X , Y , Z , UX , UY , UZ использовались в программном комплексе SCAD с применением блочного метода Ланцоша со сдвигами применительно к сейсмическому анализу сооружений (разработан Сергеем Фиалко - д.т.н., с.н.с. (проф. Киевского национального университета строительства и архитектуры) и Перельмутером Анатолием Викторовичем - д.т.н, проф.

Демпфирующий узел для крепления в сейсмоопасных районах

1. Болт фундаментный с коническим концом
Шпилька 10.M20x400#
ГОСТ 24379.1-80 *
2. Гайка стопорная M20 #
ГОСТ 5915-70
3. Шайба-гровер
4. Гайка латунная или бронзовая ослабленная (смотри рис. 1)
5. Гафрированная пружинистая сталь или влаго и пожароустойчивая резина
6. Станина (основание насоса),
раме насоса
7. Шайба M20
ГОСТ 24379.1-80
8. Цементный раствор
9. Фундамент

Гайка латунная или бронзовая ослабленная (рис. 1)



Перевернутая (стаканчатого типа) гайка латунная или бронзовая ослабленная за счет выдиривания внутренней её части с оставленными двух или одного витков резьбы с толщиной стенки «стакан» до 2-3 мм, для смятия при землетрясении или взрыве.

* Примечание

Болт фундаментный с коническим концом необходимо обработать при температуре свыше 1000 градусов в муфельной лабораторной печи для создания податливости и изгибаемости при землетрясении или взрыве.

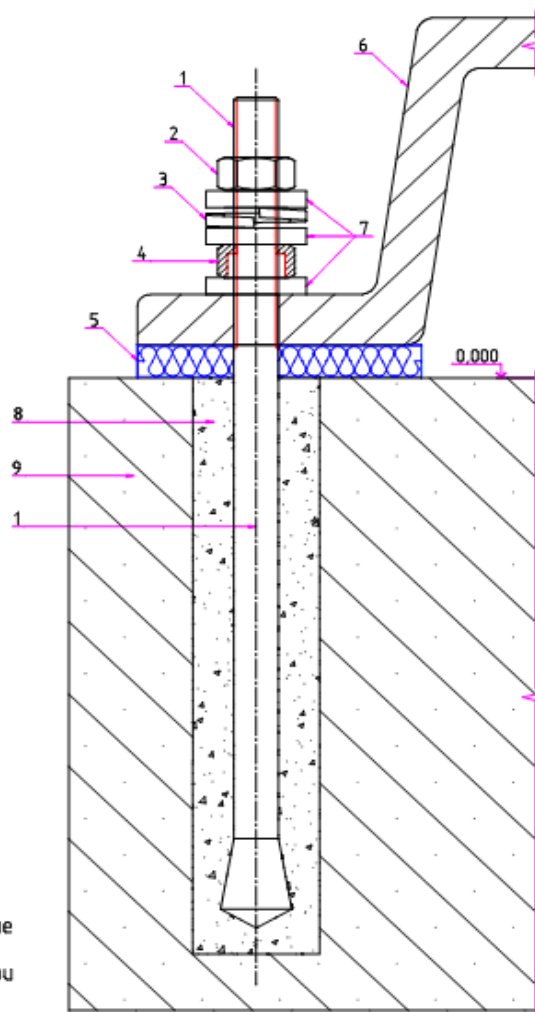


Рис.6. Графики испытания элементов демпфирующих узлов крепления податливого крепления подогревателей газа в ПК SCAD для районов с сейсмичностью 8-9 баллов.

Суммарные внешние нагрузки на основную схему демпфирующего податливого узла крепления X, Y, Z, UX, UY, UZ использовались в программном комплексе SCAD с применением блочного метода Ланцоша со сдвигами применительно к сейсмическому анализу сооружений (разработан Сергем Фиалко - д.т.н.с.н.с. (проф. Киевского национального университета строительства и архитектуры) и Перельмутером Анатолием Викторовичем - д.т.н, проф. При испытаниях элементов сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателей газа на сейсмическую нагрузку периодически встречаются задачи, в которых в нижней части спектра лежит большое количество локальных форм колебаний, причем спектр собственных частот является очень густым. Такие задачи создают серьезные проблемы, поскольку вычислительные алгоритмы, реализованные в современных компьютерных системах МКЭ-анализа, как правило, в таких случаях оказываются малоэффективными. Разработанный в программном комплексе SCAD алгоритм блочного метода Ланцоша со сдвигами, реализующий сейсмический режим, позволяет значительно продвинуться в решении этой проблемы. Согласно письму Минстроя РФ от 04.07.2014 № 01-01/206 на 6307-01/04 от 19.5.2014 Кальгин

А. А. «Ордена Трудового Красного Знамени Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова» по поручению Минстроя РФ признала две теории испытания на сейсмостойкость:

- 1) с использованием в практике испытаний экономичной прогрессивной теории активной сейсмозащиты зданий (АССЗ);
- 2) применение консольной расчётно-динамической модели (РДМ), согласно ГОСТ Р 53166-2008. «Землетрясение» стр. 9., при этом при испытаниях может потребоваться уточнение для некоторых спектров ответа между амплитудой перемещений подогревателя газа и демпфирования узлов крепления.

Для испытательных целей:

1. Два образца жестко крепились на виброплатформе поочередно в трех взаимно- перпендикулярных направлениях.

2. Предварительно, до испытаний на сейсмостойкость, был проведен лабораторный анализ податливости демпфирующего крепления для подогревателя газа. Образцы испытывались поочередно в трех взаимно-перпендикулярных направлениях с ускорением $1,0g$, в диапазоне 5-100 Гц путем плавного изменения частоты 1окт./мин и от 100 до 5 Гц с той же скоростью изменения частоты.

3. После проведения комплекса вибрационных испытаний, вторично был проведен анализ сдвигоустойчивости демпфирующего крепления для подогревателя газа.

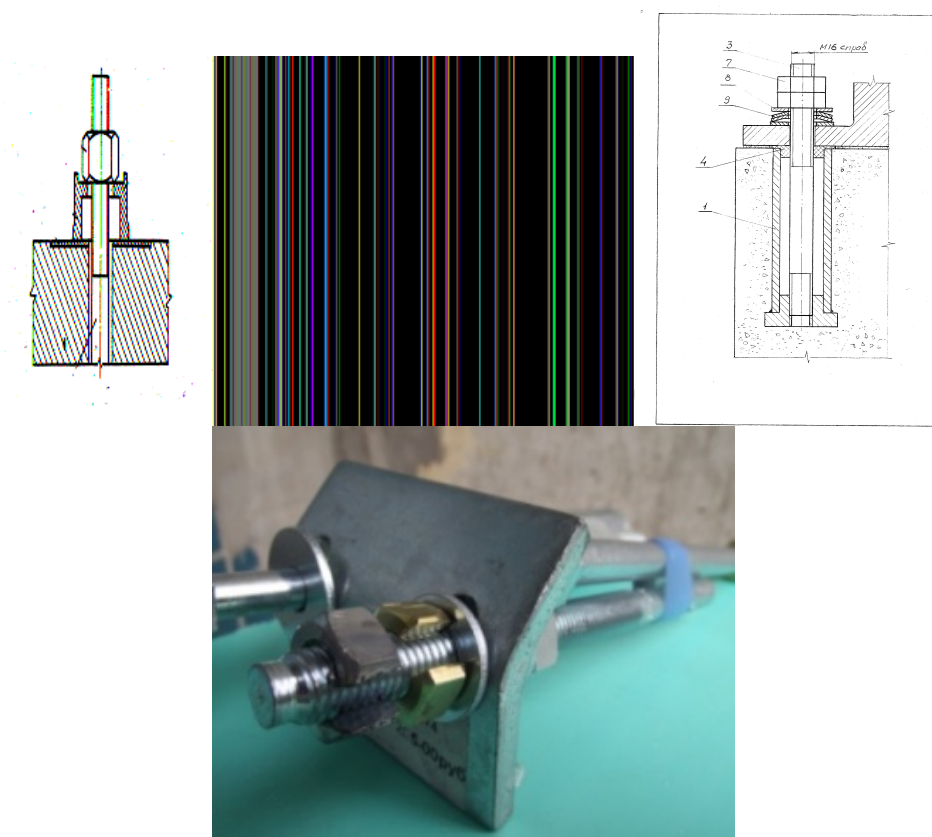


Рис.7. Демпфирующие узлы крепления податливого крепления подогревателей газа в ПК SCAD для районов с сейсмичностью 8-9 баллов.

11. Результат испытаний сдвигоустойчивых, податливых узлов крепления подогревателей газа

Таблица 3

№ п/п	Наименование проверок и испытаний	Испытательное оборудование	Величина контролируемого параметра	Результаты испытаний
1	Проверка крепления скольжения и податливости сдвигоустойчивого анкера	Создание осевого усилия испытательной машиной ZD - 10/90 зав № 66/79 (сертификат о калибровке № 13-1371 от 28.08.2013)	Величина усилия 580 кгс при котором происходит скольжение или перемещение стального тросового зажима по стальному анкеру	800 кгс
2	Проверка крепления скольжения и податливости сдвигоустойчивого анкера		Величина усилия 1420 кгс при котором происходит скольжение или перемещение стального тросового зажима по стальному анкеру	340 кгс
3	Величина усилия, кгс при котором происходит, вырыв болтового крепления из стального листа (Ст3)	При испытаниях податливых сдвигоустойчивых и скользящих узлов крепления	Величина усилий кгс 2420 Срыв резьбы на стальном листе	Характер разрушения срыв резьбы на стальном листе
4	Величина усилия, кгс при котором происходит, вырыв болтового крепления из стального листа (Ст3)		Величина усилий кгс 4000 Срыв резьбы на стальном листе	Характер разрушения срыв резьбы на стальном листе
5	Величина усилия, кгс при котором происходит, вырыв болтового крепления из стального листа (Ст3)	Регистрация усилий производилось по шкале до 1000 кгс сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателя топливного газа	Величина усилий кгс 730 Срыв резьбы на стальном листе	Характер разрушения срыв резьбы на стальном листе
6	Результаты статических испытаний крепежных изделий на испытательную нагрузку		Величина усилий 30 кгс Смятие граней полимидальной гайки M12на резьбе гайки M22	Срыв гайки M10 на резьбе гайки
7	Результаты статических испытаний крепежных изделий на испытательную нагрузку		Величина усилий 40 кгс Смятие граней полимодальной гайки M12на резьбе гайки M22	Срыв гайки M12, M22
8	Результаты статических испытаний крепежных изделий на испытательную нагрузку		Величина усилий 50 кгс Смятие граней полимидальной гайки M12на резьбе гайки M22	Срыв гайки M14, M22
9	Результаты статических испытаний крепежных изделий на испытательную нагрузку		Величина усилий 150 кгс Смятие граней полимидальной гайки M12на резьбе гайки M22	Срыв гайки M16, M22

12. Заключение по испытанию на сейсмостойкость подогревателей газа

В соответствии с испытаниями сдвигоустойчивого податливого крепления подогревателей газа делается вывод, что подогреватели газа тип ПТГ, ПГ изготовленные по ТУ XXXX-XXX-XXXXXX-XX соответствуют требованиям, которые предъявляются к оборудованию I и II группы сейсмостойкости, так как сдвигоустойчивые податливые крепления податливого крепления подогревателей газа выполнены согласно требованиям НП -031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций», согласно «Руководство по креплению технологического оборудования фундаментными болтами», РЧ серия 4.402-9, вып.5 «Анкерные болты» и «Инструкция по выбору рамных податливых крепей горных выработок». Скользящие (сдвиговые) крепления выполнены в виде болтовых соединений с изолирующей трубой или

свинцовой обоймой, с податливыми элементами в виде свинцового или из красной меди стопорного клина, забитого в пропиленный в нижней части анкера паз.

Демпфирующие узлы крепления податливого крепления подогревателей газа



Демпфирующие узлы крепления подогревателя выполнены в виде болтовых соединений с изолирующими трубами и амортизирующими элементами согласно СН 471-75, «Руководства по креплению технологического оборудования фундаментными болтами», ЦНИИПромзданий, М.,Стройиздат, 1979 г. и альбома «Анкерные болты», серии 4.402-9, вып. 5 (проходили испытания в ИЦ «XXXXXXXXX», протокол испытаний на осевое статистическое усилие сдвига дугообразного зажима с анкерной шпилькой № 1516-2 от 25.11.2013г.).