



# **“А Е Ц К О З Л О Д У Й” ЕАД, гр. Козлодуй**

## **Цех ХТС и СК**

### **СПЕЦИФИКАЦИЯ**

Сп.ХТС-35/09.09.2019 г.

на изисквания за сеизмоустойчивост на оборудване  
по Заявка №35/22.08.2019 г.

**Относно:** Газодувки, електромагнитни вентили и панели за захранване, сигнализация и управление

#### **1. Обхват и класификация:**

##### **1.1. Обхват:**

Настоящата спецификация е изготвена по техническо задание №19.ЕП-2.ТЗ.418 за проектиране и доставка на:

- Газодувки (компресор в комплект с двигател) с технологични позиции 0,5,6XQ00D01,02;
- Електромагнитни вентили с технологични позиции 0,5,6XQ00S1,2;
- Датчици за налягане;
- Кабелни трасета (ако се предвиждат такива);
- Пробоотборни тръбопроводи (ако се предвиждат такива);
- Панели за захранване, сигнализация и управление с технологични позиции 5,6HRH1,2,3,4,5, 5,6HR1,2,3 и 0HR1,2,3,4 и монтираното в тях оборудване.

Оборудването е предназначено за системите за радиационен контрол на блок 5 и 6 и Спецкорпус 3.

##### **1.2. Класификация по безопасност и сеизмоустойчивост:**

Оборудването е класифицирано в заявката в съответствие със “Списък на конструкции, системи и компоненти на 5 и 6 блок, класифицирани по безопасност сеизмика и качество” Ид. №30.ОУ.00.СПН.02 като:

- клас по безопасност 3-Н съгласно НП-001-15 “Общие положения обеспечения безопасности атомных станций”;
- сеизмична категория 2 (втора) съгласно НП-031-01 “Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций”.

#### **2. Основни изисквания за сеизмичната квалификация на оборудването:**

**2.1.** В съответствие с т.2.10. от НП-031-01, оборудване сеизмична категория 2 трябва да запази работоспособност след преминаване на земетресение до ниво ПЗ включително.

**2.2.** Сеизмоустойчивостта на оборудването да бъде доказана в съответствие с действащите нормативни документи, приложими за АЕЦ като:

- НП-031-01 “Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций”;
- ГОСТ 17516.1-90 “Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическому внешнему воздействию факторам”;
- ГОСТ 30546.1-98 “Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости”;
- ПНАЭ Г-7-002-86 “Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводом атомных энергетических установок”;
- НП-068-05 “Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования”;
- ANSI/AISC N690 “Specification for Safety-Related Steel Structures for Nuclear Facilities”;
- International Standard CEI/IEC 60980 “Recommended Practice for Seismic Qualification of

Electrical Equipment for Nuclear Power Generating Stations”;

– IEEE Standard 344-2013 “Recommended Practice for Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations”;

– ASME QME -1 “Qualification of Active Mechanical Equipment Used in Nuclear Power Plants”;

– ASME BPVC Sec.III Div.1 “Rules for construction of nuclear facility components”.

**2.3.** Използването на други нормативни документи трябва да бъде обосновано.

### **3. Спектри на реагиране:**

**3.1.** Приложение 1 (6 стр.) за кота 13.20, помещение АК420 (място на монтаж на газодувки 5,6XQ00D01,02; електромагнитни вентили 5,6XQ00S1,2) и АК422 (място на монтаж на панели 5,6HRH1,2,3,4,5 и 5,6HR1,2,3), РО, блок 5 и 6:

Спектър на реагиране за ускорение за възел 4474 /графичен и табличен вид/, съгласно отчет МК-DTT-SIE-0332 „Окончателни спектри на реагиране за РО”, SIEMENS, 15.11.1999 г.; Приложение А – стр. А28, А29 и А30; Приложение В – стр. В28, В29 и В30.

**3.2.** Приложение 2 (6 стр.) за кота 9.00, помещение С355 (място на монтаж на газодувки 0XQ00D01,02 и електромагнитни вентили 0XQ00S1,2), блок СВО, СК-3:

Спектър на реагиране за ускорение за възел 1059 /графичен и табличен вид/, съгласно отчет МК-DTT-SIE-0333 “Окончателни спектри на реагиране на Спецкорпуса”, SIEMENS, 13.12.1999г., Допълнение 1, Приложение 3, стр. 62÷67.

**3.3.** Приложение 3 (6 стр.) за кота 16.30, помещение С505/3Г (място на монтаж на панели 0HR1,2,3,4), блок СВО, СК-3:

Спектър на реагиране за ускорение за възел 2306 /графичен и табличен вид/, съгласно отчет МК-DTT-SIE-0333 “Окончателни спектри на реагиране на Спецкорпуса”, SIEMENS, 13.12.1999г., Допълнение 1, Приложение 3, стр. 92÷97.

### **4. Допълнителни указания и изисквания:**

#### **4.1. Определяне на сеизмичното въздействие:**

4.1.1. Приложените спектри са за ниво **МРЗ** (вероятност за поява  $10^{-4}$ ). Стойностите на спектрите за **ПЗ** (вероятност за поява  $10^{-2}$ ) се получават като стойностите на спектрите за **МРЗ** се редуцират два пъти.

4.1.2. За площадката на АЕЦ “Козлодуй” максималното ускорение при нулев период на спектъра на реагиране за свободна повърхност за **МРЗ**=0.2g и за **ПЗ**=0.1g.

4.1.3. Стойностите за затихването да се определят в съответствие с използвания нормативен документ, например НП-031-01 “Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций”, NRC RG 1.61 “Damping values for seismic design of nuclear power plants” или друг приложим нормативен документ.

4.1.4. При необходимост от една хоризонтална съставяща, то тя се получава чрез корен квадратен от сумата на квадратите на спектрите на реагиране за двете хоризонтални съставящи.

4.1.5. При определяне на сеизмичното въздействие да се отчита и реакцията на междинните конструкции, разположени между основните котли, за които се отнасят приложените спектри или е изчислено сеизмичното въздействие и основното оборудване (например, опорни метални конструкции, фундаменти, монтиране на стена) с подходящ коефициент на усилване не по-малък от 1.5.

4.1.6. Сеизмичното въздействие за квалификация на вентилите да отговаря на изискванията на т.2.5.4.3, т.2.5.4.4 (при анализ) и т.2.5.5.1 (при тест) от НП-068-05 като се отчита начинът им на закрепване към строителната конструкция. В случай, че вентилите не се закрепват самостоятелно към строителната конструкция сеизмичното въздействие да се определи в съответствие с т.2.5.4.5 на НП-068-05.

4.1.7. При необходимост от използването на акселерограма, тя трябва да има следните параметри:

– продължителност - 61 сек.

- фаза на нарастване - 4 сек.
- интензивна част - 17 сек.
- фаза на затихване - 40 сек.

#### **4.2. Методика за доказване на сеизмоустойчивост:**

4.2.1. **Аналитичен метод** – приложим е за доказване сеизмоустойчивостта на:

- корпусите на вентилите съгласно изискванията на НП-068-05;
- детайлите за закрепване на панелите към строителната конструкция – болтове, заварки, монтажни планки, опорни рамки, анкерни болтове и др;
- кабелните трасета – скари, опори, връзките между скарите и опорите и между опорите и съществуващата строителна конструкция;
- пробоотборните тръбопроводи и техните опорни конструкции.

Тръбопроводите и опорните им конструкции да се проектират по съвместими нормативни документи, например ASME BPVC, ПНАЭГ 7-002-86.

Анализът е приложим и за доказване на запазване на функционалност на газодувките, когато се обоснове, че сеизмичната им квалификация се свежда само до изпълнение на якостни и деформационни критерии (виж QR-A7000 на ASME QME-1). Анализът включва якостни изчисления на:

- всички критични елементи на газодувките като корпус, вал, лагери, щуцери, прилежащи тръбопроводи и т.н.;
- закрепването на газодувките към строителната конструкция – анкерни болтове, болтове закрепващи корпуса на помпата и др.;
- съединенията между електродвигателите и газодувките;
- електродвигателите и закрепването им към строителната конструкция.

В съответствие с т.5.6 на НП-031-01 сеизмичното въздействие за анализите, дефинирано с трикомпонентен спектър на реагиране (или акселерограми), да се прилага едновременно в трите направления.

4.2.2. **Експериментален метод** – приложим е за сеизмичната квалификация на:

- панелите за хранване, сигнализация и управление заедно с монтираното в тях оборудване;
- задвижването на електромагнитните вентили;
- газодувките и датчиците.

Препоръчваме сеизмична квалификация на газодувките да се извърши по експериментален метод. Резултатите от динамичния тест дават неоспорими доказателства за запазване на функционалност на активно оборудване при сеизмично въздействие.

Динамичните тестове се извършват съгласно изискванията на указанията в т.2.2 документи.

4.2.3. **Доказване на сеизмоустойчивост по резултатите от по-рано извършени динамични изпитания или изчисления** – доказване на сеизмоустойчивостта на оборудването е възможно при извършване на сеизмична квалификация по резултати от по-рано извършени:

- типови изчисления и/или динамични изпитания;
- изчисления и/или динамични изпитания на подобно оборудване;
- изчисления и/или динамични изпитания за други обекти.

Приложимостта на резултатите от по-рано извършвани тестове се извършва по критериите и последователността, описана в т.5.3.

#### **5. Документиране на квалификацията по сеизмоустойчивост:**

5.1. При извършване на сеизмична квалификация на оборудване **чрез анализ (изчисления)**, документът за сеизмична квалификация трябва да съдържа: използвани нормативни документи; метод за сеизмична квалификация; ниво на въздействие; необходим (изчислителен) спектър на реагиране (НСР); изчислителен модел; комбинации на натоварване; допустими стойности на оценяваните параметри; използвани критерии за оценка; схема на натоварване; подробно описание на получените резултати (включително: собствени честоти; собствени форми; диаграми на получени усилия, деформации, напрежения, премествания и

др.); таблица с опорните реакции в точките на закрепване на оборудването; компакт диск (CD), съдържащ пълна разпечатка от компютърната програма за извършените изчисления; обобщение, анализ на получените резултати и заключения за сеизмоустойчивост. Документите с изчисления за доказване на якост и сеизмоустойчивост се предават в пълен обем.

**5.2. При сеизмично квалифициране чрез динамичен тест,** докладът за сеизмична квалификация недвусмислено да доказва запазване на работоспособност на оборудването след преминаване на земетресение с ниво ПЗ.

Независимо дали ще се извършват изпитания за конкретно доставяното оборудване по конкретната доставка или се използват резултати от по-рано извършени типови изпитания, изпитания за други обекти или изпитания на подобно оборудване документът от проведените изпитания за сеизмична квалификация трябва да включва:

**5.2.1. Програма и методика** за изпитания, съответстваща на нормативните документи (напр. IEEE 344). Тази програма трябва да представи: информация за конкретното изпитвано оборудване (включително: класификация, идентификация, размери, маса, център на тежестта, монтажни схеми, изпълнявани функции и тези от тях, свързани с осигуряване на безопасността на АЕЦ и др.); метод на изпитване (синусоидално въздействие, акселерограма и т.н.); вид на въздействието (едноосно, двуосно или по трите оси едновременно); определяне на сеизмичното въздействие (НСР) за мястото на монтиране със съответните коригиращи коефициенти, отчитачи и евентуално взаимовлияние между отделните оси при едноосно или двуосно изпитване; необходими функционални проверки преди и след сеизмично въздействие с ниво ПЗ (мониторинг и регистрация на следените параметри преди и след сеизмичните тестове, критерии за успешност, използвано допълнително оборудване и схеми на свързването му, бланки за отразяване на резултатите); точна последователност на изпитване - определяне на собствени честоти по отделните оси, брой и ниво на въздействие (ПЗ), функционални проверки; изисквания за монтаж и свързване; критерии за успешност на изпитанията; начин за оформяне на документацията от изпитанията и т.н.

**5.2.2. Отчет от проведени изпитания** за доказване на сеизмичната квалификация на оборудването. В отчета трябва да са представени:

- основание и цел на сеизмичните квалификационни изпитвания;
- класификация и параметри на оборудването (ако е необходимо се включват и схеми);
- информация за лабораторията и оборудването, с което се извършва изпитването – местоположение, сертификати, свидетелства за калибриране и др.; описание и схема на тестовата установка;
- нормативни документи, на които съответстват сеизмичните изпитания;
- схема на монтиране на оборудването към сеизмичната платформа (обоснована в Програмата и отговаряща на монтажа на място в АЕЦ);
- използвано тестово сеизмично въздействие (обосновано в Програмата);
- процедура (брой и последователност на извършваните тестове при ниво ПЗ за съответните компоненти) и инструментирание на сеизмичните изпитания (схема на разположение на акселерометрите);
- резултати от сеизмичните квалификационни изпитвания - графики на необходим спектър на реагиране (НСР) и изпитвателен спектър на реагиране (ИСР), акселерограми на движението на платформата и на характерни точки от оборудването; стойности на определените резонансни честоти; стойности (в електронен вид, таблици и графики) на следени параметри за функционалност;
- заключения и препоръки (ако е необходимо) за проведената квалификация;
- снимков материал.

**5.2.3. Протокол за функционални изпитания** при провеждането на сеизмични тестове – този протокол може да бъде самостоятелен документ или част от “Отчет от проведени изпитания...”. Протоколът съдържа както бланките от Програмата, попълнени с конкретни резултати (графичен, табличен и записи в електронен вид) от всички извършени проверки за функционалност – преди и след тестовете с ниво ПЗ, така и анализ и оценка на получените резултати за функционалност.

**5.3. При извършване на сеизмична квалификация по резултати от по-рано извършени**

типови динамични изпитания/изчисления, динамични изпитания/изчисления за други обекти или динамични изпитания/изчисления на подобно оборудване е необходимо, доставчикът/проектантът да представи анализ и даде заключение за:

5.3.1. Актуалност и приложимост на използваните нормативни документи и съответствието на представения документ за сеизмична квалификация с изискванията им.

5.3.2. Пълнотата (съдържание и обем) на документите от тестове за сеизмична квалификация в съответствие с изискванията в т.5.2. Документите от тестовете се прилагат в пълен обем.

5.3.3. Подобие на тестваното/анализираното оборудване с конкретно доставяното/проектираното за АЕЦ “Козлодуй” на базата на изчисления – сравняват се физическите характеристики (размери, маса, център на тежестта, начин на монтаж, собствени честоти, материално затихване и др., имащи отношение към реагирането на оборудването при сеизмично въздействие); идентичност на функциите на оборудването; достатъчност на определените критерии и следени параметри за работоспособност след сеизмичното въздействие.

5.3.4. Приложимостта на сеизмичното въздействие, използвано при теста към мястото на монтаж в АЕЦ “Козлодуй” – сравняват се спектрите на реагиране и акселерограмата за мястото на монтаж в АЕЦ “Козлодуй”, определени по изискванията по-горе (т.3, т.4.1 и т.5.2.1) със спектъра и акселерограмата, използвани при теста като спектърът на тестовото въздействие трябва да покрива този за мястото на монтаж при едно и също затихване.

5.3.5. Достатъчност на представените доказателства за запазване на функционалност (конкретни резултати от всички извършени проверки за функционалност – след сеизмично въздействие, както и анализ и оценка на получените резултати за функционалност) и цялост след сеизмично въздействие. Доказателствата не трябва да имат само информативен или декларативен характер.

## 6. Предоставяне на документацията на Възложителя

6.1. При извършване на динамичен тест за целите на конкретния проект в съответствие с изискванията на т. 4.9 на Инструкция по качество 30.ОУ.ОК.ИК.27 “Класификация на КСК Степенувани изисквания по осигуряване на качеството” - “Спецификацията (програма и методика) се изготвя от организацията, отговорна за изпълнение на теста и се изпраща за преглед и съгласуване от цех ХТС и СК поне един месец преди изпълнението на теста.”

6.2. В съответствие с изискванията на т. 4.9 на Инструкция по качество 30.ОУ.ОК.ИК.27 “Класификация на КСК Степенувани изисквания по осигуряване на качеството” – Документите за сеизмичната квалификация се изпращат за преглед и съгласуване от цех ХТС и СК за проверка и приемливост на резултатите. Документите за сеизмичната квалификация да се предават поне два месеца преди доставката, с цел осигуряване оперативно време за преглед и внасяне на евентуални корекции в документите (отстраняване на забележки) преди фактическото извършване на доставката на оборудването.

## 7. Използвани съкращения:

MP3/RLE – Максимално разчетено земетресение;

ПЗ/ОВЕ – Проектно земетресение;

РО – Реакторно отделение.

СВО – Спецводоочиска;

СК-3 – Спецкорпус 3.

Заличено на основание ЗЗЛД