РИ/ДИ-1061

ОКТОМВРИ 2015

ETAП 2

Референтен номер

Поръчка № 4500215047/ 09.12.2014 г. с ЕЙ И ЕС 3C МАРИЦА ИЗТОК 1 ЕООД

|  |  |
| --- | --- |
| Risk Logo-bg-black | София 1618  кв. „Павлово”, ул. „Вихрен” №10  Тел.: 02 8089 702  Факс: 02 9507 751 |

|  |  |
| --- | --- |
| РИСК ИНЖЕНЕРИНГ АД | КОНТРОЛ НА ДОКУМЕНТАЦИЯ |
| ул. „Вихрен” №10, София 1618 |

ПРОЕКТ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обследване и даване на техническо решение за оптимизация работата на дренажни тръбопроводи свежа пара | | | |
|  |  |  |  |
| НОМЕР НА ПРОЕКТА: | РИ/ДИ-1141 | ДАТА: | 27.11.2015 |
|  |  |  |  |
| НОМЕР НА РАЗДЕЛА: | REL-1141-DD-002-0 MT | РЕВИЗИЯ: | 1 |

РАЗДЕЛ:

|  |
| --- |
| Етап 2  Част „Машинно - технологична” |

КОЛЕКТИВ:

|  |
| --- |
| Юлиян Радев  Ивайло Икономов |

КЛИЕНТ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ЕЙ И ЕС 3C МАРИЦА ИЗТОК 1 ЕООД | | | | |
|  | | | | |
| НОМЕР НА ДОГОВОРА: | | | № 4500215047/ 09.12.2014 г. | |
|  | | |  |  |
| ПРЕВОД |  |  | ПРЕВЕЛ: | ПРОВЕРИЛ: |
|  | Да | Не | ***/Фамилия, подпис/*** | ***/Фамилия, подпис/*** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| РАЗРАБОТИЛ | ПРОВЕРИЛ | УТВЪРДИЛ |
| И. Икономов | Юлиян Радев | Т. Гьорчев |

СЪДЪРЖАНИЕ

[1 Въведение 10](#_Toc426112698)

[2 Входни данни 11](#_Toc426112699)

[3 Описание на системата 12](#_Toc426112700)

[3.1 Съществуващо положение 12](#_Toc426112701)

[3.2 Проектни решения 13](#_Toc426112702)

[4 Механични характеристики на използваните стомани 14](#_Toc426112703)

[5 Изчисляване на дебелината на стената на пробовземните линии 16](#_Toc426112704)

[6 якостен Анализ 17](#_Toc426112705)

[6.1 Общи положения 17](#_Toc426112706)

[6.2 Якостно пресмятане на дренажните линии 19](#_Toc426112707)

[6.2.1 Описание на модела 19](#_Toc426112708)

[6.2.2 Резултати от проведените якостни пресмятания 20](#_Toc426112709)

[6.3 Якостно пресмятане на дъното на колектора на дренажният разширител 31](#_Toc426112710)

[6.3.1 Описание на модела 31](#_Toc426112711)

[6.3.2 Резултати от проведените якостни пресмятания 32](#_Toc426112712)

[6.4 Заключения от проведеният анализ 35](#_Toc426112713)

[7 Хидро динамична проверка на новите дренажни линии 36](#_Toc426112714)

[7.1 Общи положения 36](#_Toc426112715)

[7.2 Модел на дренажният тръбопровод 37](#_Toc426112716)

[8 Предварителна процедура за изпълнение на неразглобяеми съединения. 42](#_Toc426112717)

[8.1 Дренажни линии Ø 60.3x8.7 от стомана X10CrMoVNb9-1. 42](#_Toc426112718)

[8.2 Колектор на дренажен разширител и дъно Ду400 от стомана 10CrMo9-10. 42](#_Toc426112719)

[8.3 Опорни конструкции от въглеродна стомана. 43](#_Toc426112720)

[9 Предварителна инструкция за монтаж, експлоатация, поддържане и ремонт. 44](#_Toc426112721)

[9.1 Изисквания към собственика на съоръжението: 44](#_Toc426112722)

[9.2 Изисквания при монтаж на тръбопровода. 45](#_Toc426112723)

[9.3 Изисквания при експлоатация на тръбопровода. 46](#_Toc426112724)

[9.3.1 Изисквания при пускане на тръбопровда. 46](#_Toc426112725)

[9.3.2 Изисквания при спиране на тръбопровода. 46](#_Toc426112726)

[9.4 Изисквания към обслужващия персонал. 46](#_Toc426112727)

[9.5 Изисквания за водене на техническата документация на тръбопровода. 46](#_Toc426112728)

[9.6 Изисквания при аварийни ситуации към персонала. 47](#_Toc426112729)

[10 Предварителна инструкция за контрол на тръбопроводи и оборудване. 48](#_Toc426112730)

[10.1 Изисквания към собственика на съоръжението: 48](#_Toc426112731)

[10.2 Периодичност и вид на извършвания контрол на тръбопровода. 48](#_Toc426112732)

[10.3 Периодичност на безразрушителен контрол на главен паропровод . 48](#_Toc426112733)

[10.3.1 Контрол на прави участъци. 48](#_Toc426112734)

[10.3.2 Контрол на колена. 49](#_Toc426112735)

[10.3.3 Контрол на челно заварени съединения. 49](#_Toc426112736)

[10.3.4 Щуцери на дренажни обезвъздушители. 49](#_Toc426112737)

[10.3.5 Тройници. 49](#_Toc426112738)

[10.3.6 Хамути, полухамути, седла. 49](#_Toc426112739)

[10.4 Арматура. 49](#_Toc426112740)

[10.5 Контрол на опорно-подвесната система. 50](#_Toc426112741)

[10.6 Контрол на приборите за измерване. 50](#_Toc426112742)

[11 Количествена сметка 51](#_Toc426112743)

[12 Опис на чертежите 53](#_Toc426112744)

[Приложение 1. Предварителна процедура за заваряване 54](#_Toc426112745)

СПИСЪК НА ФИГУРИТЕ

[Фигура 6‑1 Общ вид на модела 20](#_Toc426110478)

[Фигура 6‑2 Главни напрежения – първа товарна комбинация 22](#_Toc426110479)

[Фигура 6‑3 Коефициент на натоварване – първа товарна комбинация 22](#_Toc426110480)

[Фигура 6‑4 Общи премествания – първа товарна комбинация 23](#_Toc426110481)

[Фигура 6‑5 Главни напрежения – втора товарна комбинация 23](#_Toc426110482)

[Фигура 6‑6 Коефициент на натоварване – втора товарна комбинация 24](#_Toc426110483)

[Фигура 6‑7 Главни напрежения – трета товарна комбинация 24](#_Toc426110484)

[Фигура 6‑8 Коефициент на натоварване – трета товарна комбинация 25](#_Toc426110485)

[Фигура 6‑9 Главни напрежения – четвърта товарна комбинация 25](#_Toc426110486)

[Фигура 6‑10 Коефициент на натоварване – четвърта товарна комбинация 26](#_Toc426110487)

[Фигура 6‑11 Главни напрежения – пета товарна комбинация 26](#_Toc426110488)

[Фигура 6‑12 Коефициент на натоварване – пета товарна комбинация 27](#_Toc426110489)

[Фигура 6‑2 Модел на д дъното на колектора на дренажният разширител 31](#_Toc426110490)

[Фигура 3‑1. Напрежения получени от първа товарна комбинация 33](#_Toc426110491)

[Фигура 3‑1. Деформации получени от първа товарна комбинация 33](#_Toc426110492)

[Фигура 3‑1. Напрежения получени от втора товарна комбинация 33](#_Toc426110493)

[Фигура 3‑1. Деформации получени от втора товарна комбинация 34](#_Toc426110494)

[Фигура 3‑1. Напрежения получени от трета товарна комбинация 34](#_Toc426110495)

[Фигура 3‑1. Деформации получени от трета товарна комбинация 35](#_Toc426110496)

[Фигура 3‑1. Общ вид на модела на дренажните линии 36](#_Toc426110497)

[Фигура 3‑1. Разпределение на налягането в дренажните линии **Error! Bookmark not defined.**](#_Toc426110498)

[Фигура 3‑1. Скорост на флуида в колената преди вентилните групи 38](#_Toc426110499)

[Фигура 3‑1. Скорост на флуида във вентилните групи 39](#_Toc426110500)

[Фигура 3‑1. Скорост на флуида в дюзите преди дренажният колектор 39](#_Toc426110501)

СПИСЪК НА ТАБЛИЦИТЕ

[Таблица 4‑1. Механични характеристики на легирана стомана X10CrMoVNb9-1 14](#_Toc426122042)

[Таблица 4‑2. Механични характеристики на легирана стомана 10CrMo9-10 14](#_Toc426122043)

[Таблица 6‑1 Изчислителни режими 18](#_Toc426122044)

[Таблица 6‑2 Общи критерии за якост на тръбопроводите 19](#_Toc426122045)

[**Таблица 4‑2 Собствени форми на модела на дренажните линии** 28](#_Toc426122046)

[**Таблица 4‑2 Опорни реакции на дренажните линии** 29](#_Toc426122047)

ИЗПОЛЗВАНИ СИМВОЛИ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Символ** | **Наименование** | **Мерни единици** |
| P | Вътрешно налягане (Рressure) | МРа |
| Т | Температура (температурни сили, Thermal Load) | °С |
| Dо | Външен диаметър | mm |
| tn | Дебелина на стената на тръбата | mm |
| МА | Общ огъващ момент от теглото и постоянни външни товари | N-mm |
| МВ | Общ огъващ момент от случайни товари | N-mm |
| МC | Амплитуда на общия момент от температурни товари | N-mm |
| Z | Съпротивителен момент на тръбата | mm3 |
| Sy | Граница на провлачване при стайна температура | МРа |
| Su | Временно съпротивление преди разрушаване при стайна температура | МРа |
| Syт | Граница на провлачване при изчислителна температура | МРа |
| Suт | Временно съпротивление преди разрушаване при изчислителна температура | МРа |
| Sc | Допустими напрежения при стайна температура | МРа |
| Sh | Допустими напрежения при изчислителна температура | МРа |
| SA | Амплитуда на напреженията | МРа |
| Е | Модул на Юнг | МРа |

СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

|  |  |
| --- | --- |
| АСК | Автоматичен стопорен клапан |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА И НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ

1. REL-1141-TD-001-1 - Обследване и даване на техническо решение за оптимизация работата на дренажни тръбопроводи свежа пара. Част експертна оценка.
2. Наредба за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на съоръжения под налягане.
3. Наредба № Із-1971 за строително- технически правила и норми за осигуряване на безопасност при пожар
4. НАРЕДБА № 15 за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия,
5. НАРЕДБА за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на съоръжения под налягане;
6. НАРЕДБА № 4 от 21.05.2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти;
7. БДС EN 13480, за проектиране производство и изпитване на тръбопроводи;
8. ASME B31.1-2007 Power Piping
9. Shaum’s outline of theory and problems of fluid dynamics – William F. Hugest, Ph.D
10. Справочник по трубопроводам тепловых электростанций. Никитина И.К.
11. “Справочник по гидравлическим сопротивлениям” И. Е. Идельчик

# Въведение

Настоящият работен проект е разработен на основание на поръчка № 4500215047/ 09.12.2014 г. на ЕЙ И ЕС 3C МАРИЦА ИЗТОК 1 ЕООД, с предмет „Обследване и даване на техническо решение за оптимизация работата на дренажни тръбопроводи свежа пара”. В работният проект е разработено проектното решение на вариант 3 от [1] в следният обем:

* 1. Дренажни линии на тръбопроводите за свежа пара 01LBA10BR202 на блок 1 и 02LBA10BR202 на блок 2, с граници от кота +2998 (джоба на главен паропровод) до кота +740 (дъното на колектора на дренажен разширител).
  2. Две нови линии за подгряване на двата ръкава на тръбопроводите за свежа пара пред АСК на блок 1 и блок 2, с граници от кота 6464 (ляво и дясно под АСК) до кота +740 (дъното на колектора на дренажен разширител)

В текстовата част на настоящият работен проект са включени общо описание на проектното решение, якостни изчисления, хидро динамични проверки, процедури на неразглобяемите съединения, инструкции за монтаж експлоатация и поддръжка на новата система, количествени сметки. В графичната част на настоящият работен проект са включени заглавен чертеж, планове и разрези , изометрични схеми, чертежи на опоро окачващата система, детайлни чертежи и чертежи за монтаж на топлинната изолация.

Включените анализи в настоящият работен проект са проведени посредством софтуерният продукт ALGOR FEMPRO и PIPEPAK.

# Входни данни

За разработване на работният проект са ползвани входни данни, предоставени от Възложителя. Входните данни са представени в следващата „Таблица с входни данни”. Направен е оглед на тръбопроводите на място с цел запознаване със съществуващото положение.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Таблица с входни данни** | | |
| № | Номер на документа | Кратко описание на документа |
|  | ME1-ED-REP-0746 | Анализ на дренаж остра пара |
|  | 01LBA10BR202 | Изометрична схема на дренажен паропровод на блок 1 |
|  | 02LBA10BR202 | Изометрична схема на дренажен паропровод на блок 2 |
|  | MTZ 12 M LBA-------FD001 | P&ID Main steam |
|  | MTZ 12 M--- ---K10 GA 003 3 | Atmospheric drain vessel 01/02LCM10BB010 |
|  | MTZ 12 M LCM-------FD001 Rev 6 | P&ID Clean drain system |
|  | Main steam drain 02LBA10AA204 | Trend |
|  | MTZ/00/W/UMA /CX/018 | Разположение на фундаментите |
|  | MTZ/00/W/UMA /CX/019 | Разположение на кота 0,00 |
|  | MTZ/00/W/UMA /CX/020 | Разрези |
|  | 01-136054/120 r1 | Щуцер поз. 2 |
|  | MTZ/12\_\_\_\_L01/DD/047 | Дренажна точка SSP 3-1 |

# Описание на системата

## Съществуващо положение

Съществуващото положение на системата е подробно описано в доклад ME1-ED-REP-0746 Анализ на направените модификации на паропровод „Дренаж остра пара“, представен от Възложителя.

Дренажа за остра пара е предназначена да изпълнява следни функции:

* Подгряване на тръбопроводите.
* Отвеждане на появилият се кондензат в главните паропроводи по време на режимите „пускане” и „спиране”, с цел защита на турбините от попадане на вода в тях.
* Предотвратяване на хидравлични удари в тръбопроводите.
* Аварийно дрениране на ПБН.

В настоящият доклад са разгледани тръбопроводите за кондензат 01LBA10BR202 и 02LBA10BR202, съответно на паропроводи за свежа пара на блок 1 и блок 2, с граници:

* + - За блок 1: От E 163805, N 605036,EL +2998 до E 164578, N 595647, EL +980, Представен в чертеж 01LBA10BR202, Изометрична схема на дренажен тръбопровод на блок 1
    - За блок 2: От E 220505, N 605036, EL +2998 до E 221278, N 595647, EL +980, Представен в чертеж 02LBA10BR202 Изометрична схема на дренажен тръбопровод на блок 2

И за двата блока дренажните тръбопроводи са с еднакви диаметри, Ø60.3х8.7, със светло сечение Ø42.9 mm. Материала на тръбопроводите е стомана X10CrMoVNb9-1. Дължината на всяка от дренажните линии е 14.0 m.

Параметрите на работния флуид в тръбопровода са:

* Налягане от 0 bar до 166 bar..
* Температура от 0 ºC до 540 ºC.

На кота +980 тръбопроводите са подвързани към колекторите на „Атмосферен дренажен съд”. За да се гарантира номинална скорост на работният флуид, непосредствено пред точката на включване към колекторите, е монтирана дросел-шайба (дюза) Ø25 mm, която служи за редуциране на налягането от 193 bar на 2 bar. При максимални параметри на острата пара P 166 bar и T 540 ºC, разхода през тръбопровода не трябва да надвишава 11 t/h при номиналната скорост на флуида 54 m/s.

На тръбопроводите са монтирани по два вентила, като управлението е от вентил 01LBA10АА204 за блок 1 и 02LBA10АА204 за блок 2. Логика за отваряне и затваряне на задвижки 01/02LBA10АА204 е следната:

* При условие, че няма пламък в пещна камера задвижката е отворена докато е изпълнено условието .

Когато е изпълнено условие задвижката затваря.

* При условие че има пламък в пещна камера задвижката е отворена докато е изпълнено условието .

Когато е изпълнено условието задвижката затваря.

* Когато е изпълнено условието задвижката отваря при условие .

Когато е изпълнено условието задвижката затваря.

При тези условия дренажният тръбопровод е проектиран да работи в двуфазна среда на работният флуид или по точно мокра пара с непрекъснато съдържание на капки кондензат.

## Проектни решения

В настоящата точка се разглежда проектното решение за промяна на дренажната линия на главен паропровод и двете допълнителни линии за продухване на двата ръкава на главен паропровод . Границите на проектното решение са определени както следва:

1. Съществуваща дренажна линия

Началото на линията започва от най-ниската част на джоба на главен паропровод, като краят на линията се включва в колектора на атмосферен дренажен разширител

1. Нова линия от левият ръкав на главен паропровод.

Линията започва странично от левият ръкав на главен паропровод, непосредствено под автоматичен стопорен клапан. Краят на линията се включва в колектора на атмосферен дренажен разширител.

1. Нова линия от десният ръкав на главен паропровод.

Линията започва странично от десният ръкав на главен паропровод непосредствено под автоматичен стопорен клапан. Краят на линията се включва в колектора на атмосферен дренажен разширител

От извършените предварителни изчисления се предлага новите линии да бъдат с размер ∅60.3x8.7 и да бъдат обединени в равнопроходен тройник ∅60.3x8.7, след което линията да продължи с размер ∅60.3x8.7 и да бъде включена в колектора на атмосферен дренажен разширител.

Новата арматура е отворена при изпълнение на всички от следните условия:

• Подадена команда за пуск на функционална група

• Има огън в пещта

• Турбо Генератор (ТГ) не е в парал.

Новата арматура затваря когато е изпълнено поне едно от следните условия:

• ТГ е в паралел и е изпълнено условие Generation ≥ 30MW с време закъснение 60сек.

• Няма огън в пещта

• Подадена е команда стоп на функционалната група.

# Механични характеристики на използваните стомани

В Таблица 4‑1 са представени механичните характеристики на стомана X10CrMoVNb9-1, от която са направени дренажните линии на главен паропровод.

В Таблица 4‑2 са представени механичните характеристики на стомана 10CrMo9-10, от която са направени дъното и колектора в колектора на атмосферен дренажен разширител.

Таблица 4‑1. Механични характеристики на легирана стомана X10CrMoVNb9-1

| Температура | Модул на Юнг | Термични деформации | Rp0.2 | Sh | Rp0.1creep 100000h | Rt creep 100000h |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | MPa | (mm/mm) | MPa | Mpa | MPa | MPa |
| 0 | 219305 | -0.00021 | 450.00 | 300.00 |  |  |
| 20 | 217972 | 0 | 450.00 | 300.00 |  |  |
| 150 | 209973 | 0.001443 | 410.00 | 273.33 |  |  |
| 200 | 206973 | 0.002034 | 380.00 | 253.33 |  |  |
| 250 | 202973 | 0.002645 | 370.00 | 246.67 |  |  |
| 300 | 198974 | 0.003276 | 360.00 | 240.00 |  |  |
| 350 | 194975 | 0.003894 | 350.00 | 233.33 |  |  |
| 400 | 189975 | 0.00456 | 340.00 | 226.67 |  |  |
| 450 | 185976 | 0.005203 | 320.00 | 213.33 |  |  |
| 500 | 180976 | 0.005904 | 300.00 | 200.00 | 213.00 | 253.00 |
| 550 | 174977 | 0.006572 | 270.00 | 180.00 | 132.00 | 162.00 |
| 600 | 167978 | 0.007308 | 215.00 | 143.33 | 77.00 | 90.00 |

Таблица 4‑2. Механични характеристики на легирана стомана 10CrMo9-10

| Температура | Модул на Юнг | Термични деформации | Rp0.2 | Sh | Rp0.1creep 100000h | Rt creep 100000h |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | MPa | (mm/mm) | MPa | Mpa | MPa | MPa |
| 20 | 217971.50 | 0.000000 | 288 | 192 |  |  |
| 100 | 212972.15 | 0.000872 | 266 | 177 |  |  |
| 150 | 209972.55 | 0.001443 | 254 | 169 |  |  |
| 200 | 206972.94 | 0.002034 | 248 | 165 |  |  |
| 250 | 202973.46 | 0.002645 | 243 | 162 |  |  |
| 300 | 198973.98 | 0.003276 | 236 | 157 |  |  |
| 350 | 194974.51 | 0.003894 | 225 | 150 |  |  |
| 400 | 189975.16 | 0.004560 | 212 | 141 |  |  |
| 450 | 185975.68 | 0.005203 | 197 | 131 | 166 | 221 |
| 500 | 180976.34 | 0.005904 | 185 | 123 | 103 | 135 |
| 550 | 174977.12 | 0.006572 | 165 | 110 | 49 | 68 |

Допустимите напрежения в Таблица **4**‑**1** и Таблица **4**‑**2** са изчислени съгласно [8] по следната формула:

Sh = min {Su/3; Sy/1.5; SUT/3; SYT/1.5};

# Изчисляване на дебелината на стената на пробовземните линии

Изчисляването на дебелината на стената на тръбопроводите е съгласно БДС EN 13480 – 3: 2002 по следната методика:

, mm

Където:

 – дебелина на стената на тръбата без добавък, mm

p – изчислително свръх налягане, МРа

 - допустими напрежения на материала при съответната работна температура, MPa

D – външен диаметър на тръбата, mm

Механичните характеристики на стоманата са представени в

За да се определи дебелината на стената на тръбопровода се сумира с добавък отговарящ на следната формула:



Където:

S – изчислителната дебелина на стената на тръбата с отчетена прибавка, mm



 - Добавка от корозия или ерозия

 - Добавка от отклонение на стандарта или както е представено от производителя;

 - Добавка от възможно изтъняване на дебелината на стената по време на производственият процес (например от огъване на колена, направа на резби и т.н.);

След заместване в по горе представените формули, за тръба Ø 60.3 mm при надналягане до 167 bar, се получава следното:

* дебелината на стената на тръбата без добавък е 
* изчислителната дебелина на стената на тръбата с отчетена прибавка е S=3.98 mm

Избира се стандартна безшевна тръба Ø 60.3x8.8 съгласно EN 10220.

# якостен Анализ

## Общи положения

Якостният анализ на дренажните линии е проведен с програмният продукт PIPE PLUS. Програмата е валидирана и верифицирана за проектиране и обследване на тръбни системи в термични и атомни електроцентрали. За проектиране на новото трасе на пробовземните линии са използвани следните анализи:

* [Линеен](http://www.algor.com/products/dictionary.asp?id=5) статичен анализ на якост
* [Собствени форми (modal)](http://www.algor.com/products/dictionary.asp?id=6)
* [Сеизмично](http://www.algor.com/products/dictionary.asp?id=7) въздействие

Пресмятанията са извършени съгласно ASME B31.1-2007 Power Piping. Общите (главните) напрежения се пресмятат по следната формула:

Където:

Hoop stress - Мембранни напрежения в тръбата в следствие от вътрешно налягане;;

Longitudinal stress- напрежения по дължината на тръбата.

Secondary shear stress- срязващи напрежения

Principal stress - основни напрежения

Където:

* Do – Условен диаметър на тръбата;
* Р- вътрешно налягане на тръбата;
* t- дебелина на стената на тръбата;
* Z – инерционен момент на тръбата;
* ii – инерционен радиус на тръбата
* Mi - огъващ момент на тръбата (в отделните направления)
* Fa – аксиална сила
* Pa - аксиална сила от вътрешно налягане
* Са – добавка за вътрешна корозия на тръбата
* Ма- усукаващ момент на тръбата

Съгласно директива PED 97/23-EC лит. [XIV] дренажните линии на главни паропроводи са II категория. Тръбопроводите трябва да гарантират безопасна работа на съоръженията, да запазят цялостта си, както и цялостта на всички тръбопроводи в близост както при пуск, така и при нормална експлоатация. Съгласно ASME за този тръбопровод са необходими якостни анализи за товарните комбинации, посочени в табл. 4-3.

Таблица 6‑1 Изчислителни режими

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ниво на натоварване** | **№ на реж.** | **Съчетание на натоварването** | |
| натоварващи фактори | условно означение |
| Ниво А  НУЕ | 1 | тегло+налягане+ температура+преместване | DW + P + Т+Dpl |
| 2 | тегло + налягане | DW + P |
| 3 | температура+преместване | T+Dpl |
| Ниво С | 4 | тегло + налягане+МРЗ | DW + P+SSE |
| Хидроизпитание | 5 | тегло+налягане на хидроизпитание | DWh + Ph |

Основните якостни критерии за пресмятане на тръбопроводите и елементите им са съгласно ANSI/ASME B31.1-2001, както следва:

104.8.1: Действие на статични товари:

(PD0/4tn)+1000(0.75iMA/Z) Ј1.0Sh (11b);

104.8.2 Действие на променливи товари:

(PD0/4tn)+1000(0.75iMA/Z)+ 1000(0.75iMB/Z) ЈкSh (12b),

Където,

i - коефициент на интензификация на напреженията 0.75i ≥ 1 съгл. B31.1;

k - товарен коефициент при динамични въздействия, в случая k=1;

104.8.3 A. Действие на термични товари:

SE=1000(iMC/Z) Ј SA (13b)

SA ? f(1.25 Sc+0.25 Sh), където

f- коефициент за редукция на цикличните напрежения - f=1 съгл. B31.1;

104.8.3 B. Действие на статични и термични товари:

STE=(PD0/4tn)+1000(0.75iMA/Z)+1000(iMC/Z) Ј (Sh+SA) (14b)

В табл. 4-4 са посочени критериите за допустимите напрежения в тръбопроводите за разглежданите товарни комбинации.

Таблица 6‑2 Общи критерии за якост на тръбопроводите

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ на**  **реж.** | **Съчетание на натоварването** | | **Дoпустими**  **напрежения,** [MРa] |
| **Натоварващи фактори** | **Условно означение** |
| 1. | НУЕ (тегло+налягане+температура+ преместване) | DW + P + Т + Dpl | Ј (SA+Sh) |
| 2. | НУЕ (тегло+налягане) | DW + P | Ј 1.0Sh |
| 3. | НУЕ (температура+преместване) | Т + Dpl | Ј SA |
| 4. | НУЕ+МРЗ (тегло+налягане+МРЗ) | DW + P + SSE | Ј 2.25Sh |
| 5. | НУЕ (тегло+нал.)-хидроизпитание | DW + Ph | Ј 1.35Sy |

Означенията в Таблица 6‑2 са както следва:

D.W. – Собствено тегло;

Dpl – Премествания;

P – Работно налягане P =167 bar;

Ph – Налягане на хидроизпитание Ph =348 bar;

T ‑ Работна температура T= + 550 °С;

SSE – Спектър на реагиране за всички точки със затихване 2 % за хоризонтални и вертикална компонента за свободно поле, при земно ускорение 0.2g.

За определяне на най-натоварените елементи от изчислителните модели се използва коефициента на натоварване **( r )**, който представлява отношение на общите напрежения към допустимите. Коефициентът характеризира нивото на натоварване на елементите (тръби, тръбни детайли, укрепващите елементи).

Елементи с **( r<1 )** удовлетворяват критерия за якост при зададеното изчислително натоварване.

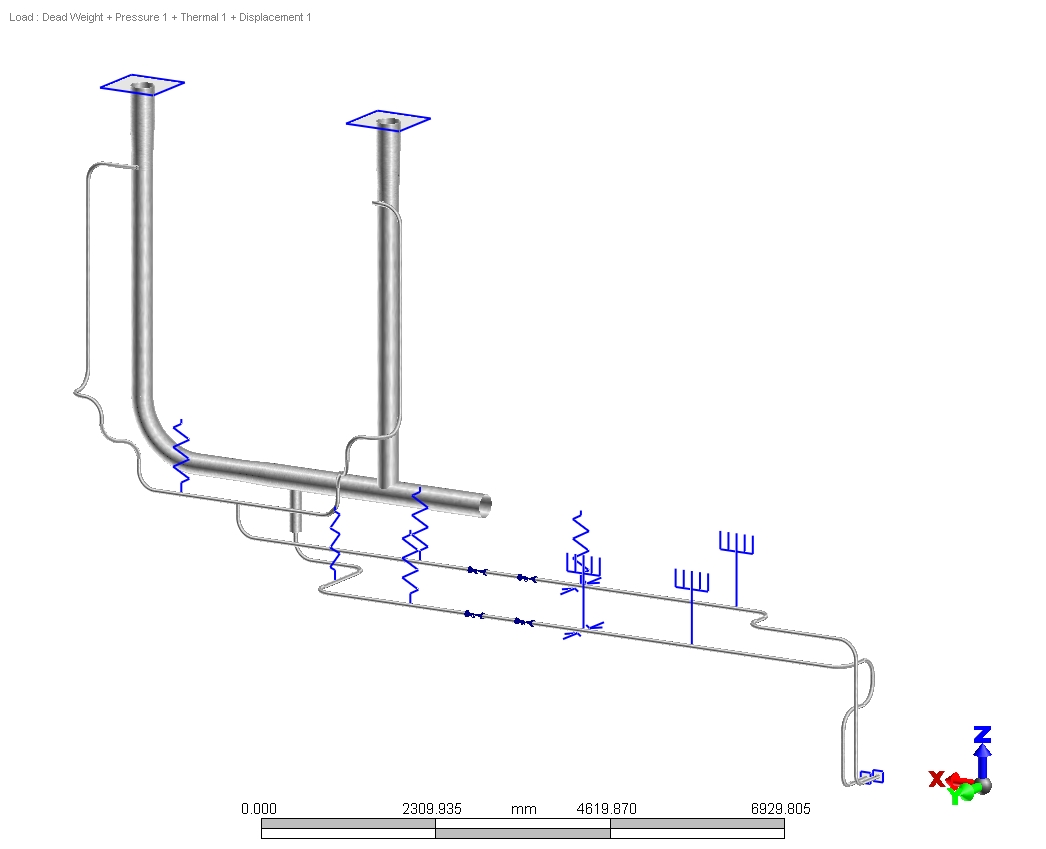
## Якостно пресмятане на дренажните линии

### Описание на модела

Общият вид на модела на дренажните линии е представен на Фигура 6‑1. В модела са включени двете нови линии от ръкавите на главен паропровод под АСК до дъното на колектора на дренажен разширител и изменената дренажна линия от джоба на главен паропровод до дъното на колектора на дренажен разширител.

Модела е построен както следва:

* Дренажни линии Ø 60.3х8.8;
* Пружинни подвески
* Твърди подвески
* Арматура със съответните маси;
* Връзката на дренажните линии към дъното на колектора на дренажен разширител е моделирана като неподвижна опора;
* Връзката на главен паропровод към АСК е моделирана като неподвижна опора
* Топлинна изолация с дебелина 100 mm и плътност 105 kg/m3



Фигура 6‑1 Общ вид на модела

### Резултати от проведените якостни пресмятания

Якостните пресмятания са проведени в следната последователност:

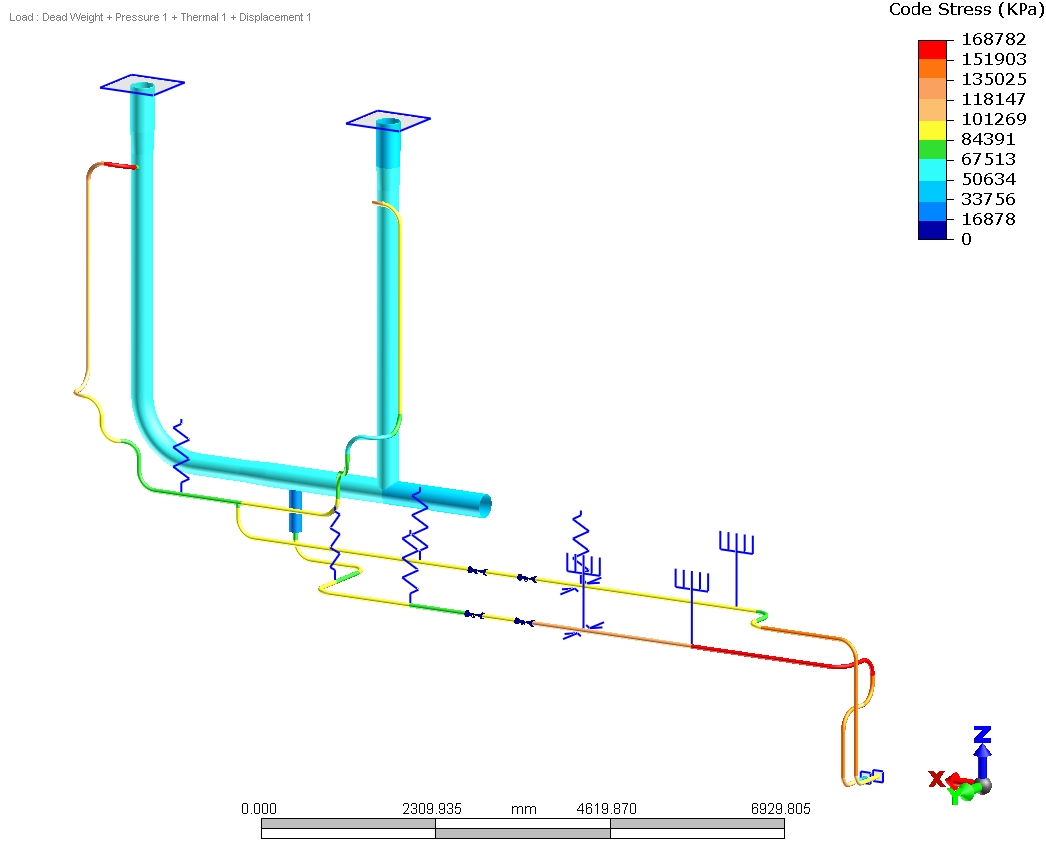
* съставяне на изчислителни модели за тръбопроводите на базата на новата конфигурация;
* проверка и анализ на статичната и динамична якост на тръбопровода;
* проверка на носещата способност на пружинните подвески
* проверка на носещата способност на щуцерите на съоръженията.

При анализа на резултатите от изчисленията на якост се следи за приемливостта на следните фактори:

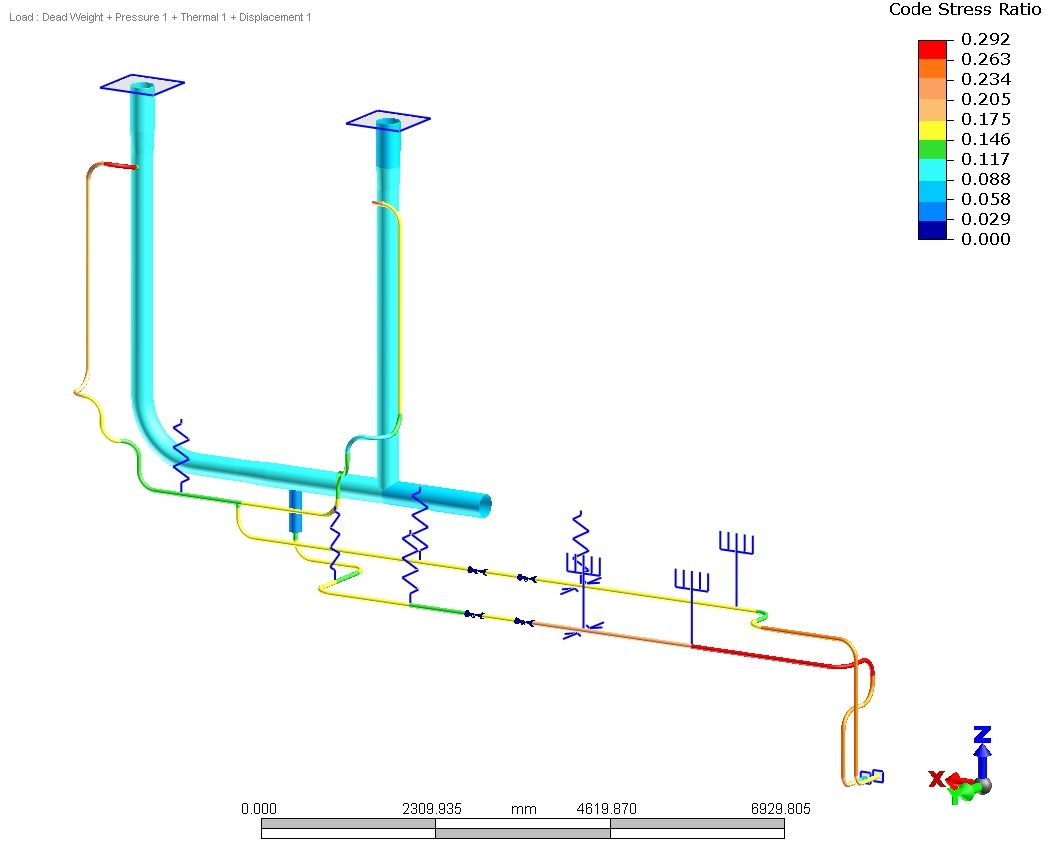
* работни напрежения – да са по-ниски от допустимите;
* натоварване в опорите – да е по-ниско от допустимото в стандарта;
* премествания – да не застрашават от удар съседни тръбопроводи или от изпадане на опорите от опорните конструкции.

Резултатите от проведените якостни изчисления са представени графично както следва:

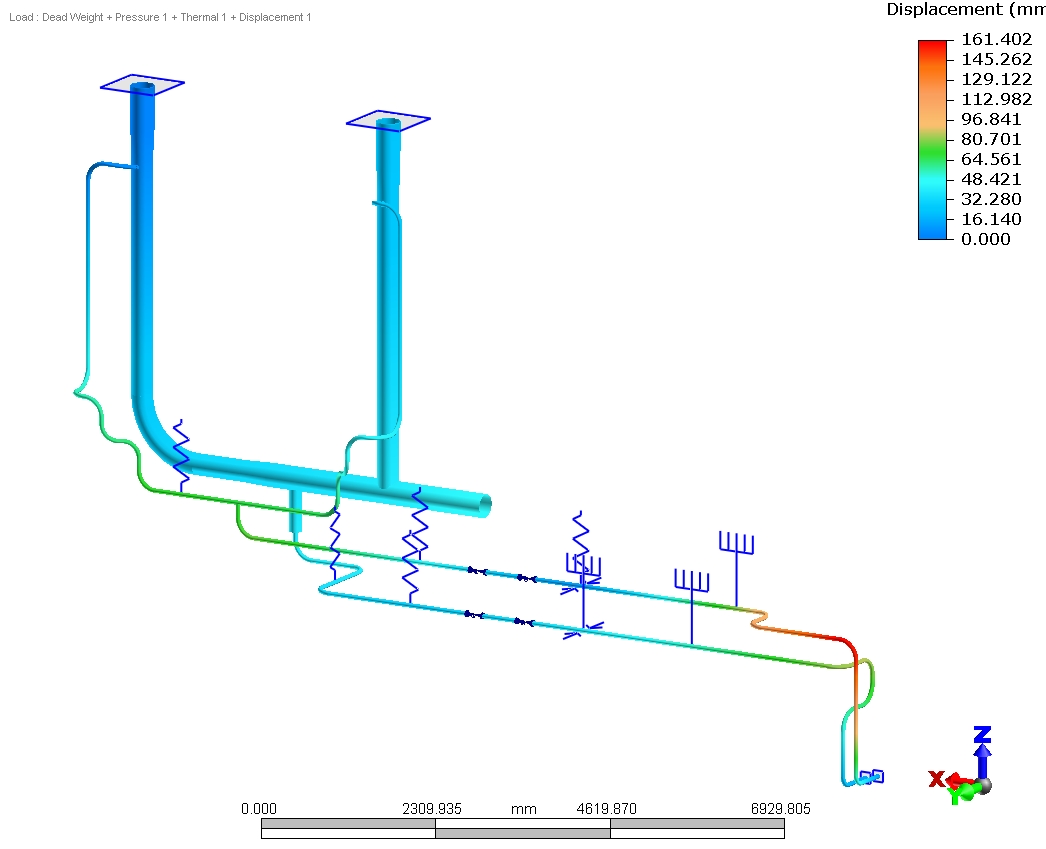
* Фигура 6‑2 Главни напрежения – първа товарна комбинация
* Фигура 6‑3 Коефициент на натоварване – първа товарна комбинация
* Фигура 6‑4 Общи премествания – първа товарна комбинация
* Фигура 6‑5 Главни напрежения – втора товарна комбинация
* Фигура 6‑6 Коефициент на натоварване – втора товарна комбинация
* Фигура 6‑7 Главни напрежения – трета товарна комбинация
* Фигура 6‑8 Коефициент на натоварване – трета товарна комбинация
* Фигура 6‑9 Главни напрежения – четвърта товарна комбинация
* Фигура 6‑10 Коефициент на натоварване – четвърта товарна комбинация
* Фигура 6‑11 Главни напрежения – пета товарна комбинация
* Фигура 6‑12 Коефициент на натоварване – пета товарна комбинация



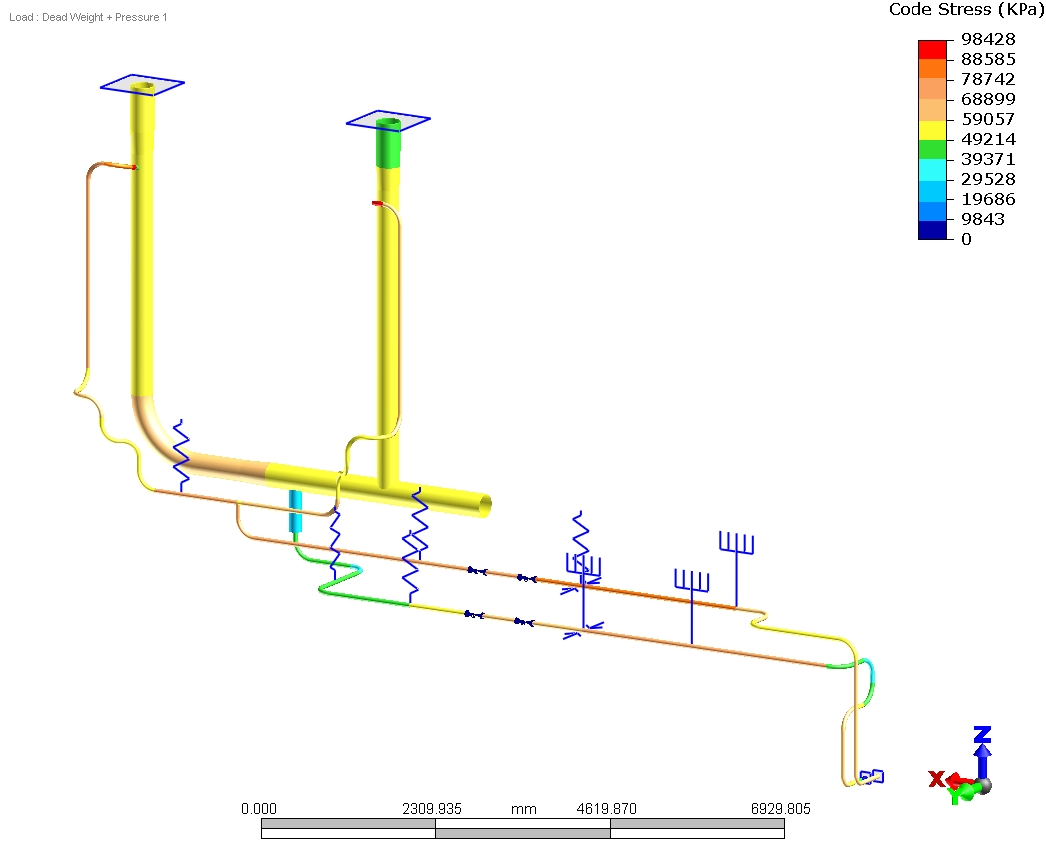
Фигура 6‑2 Главни напрежения – първа товарна комбинация



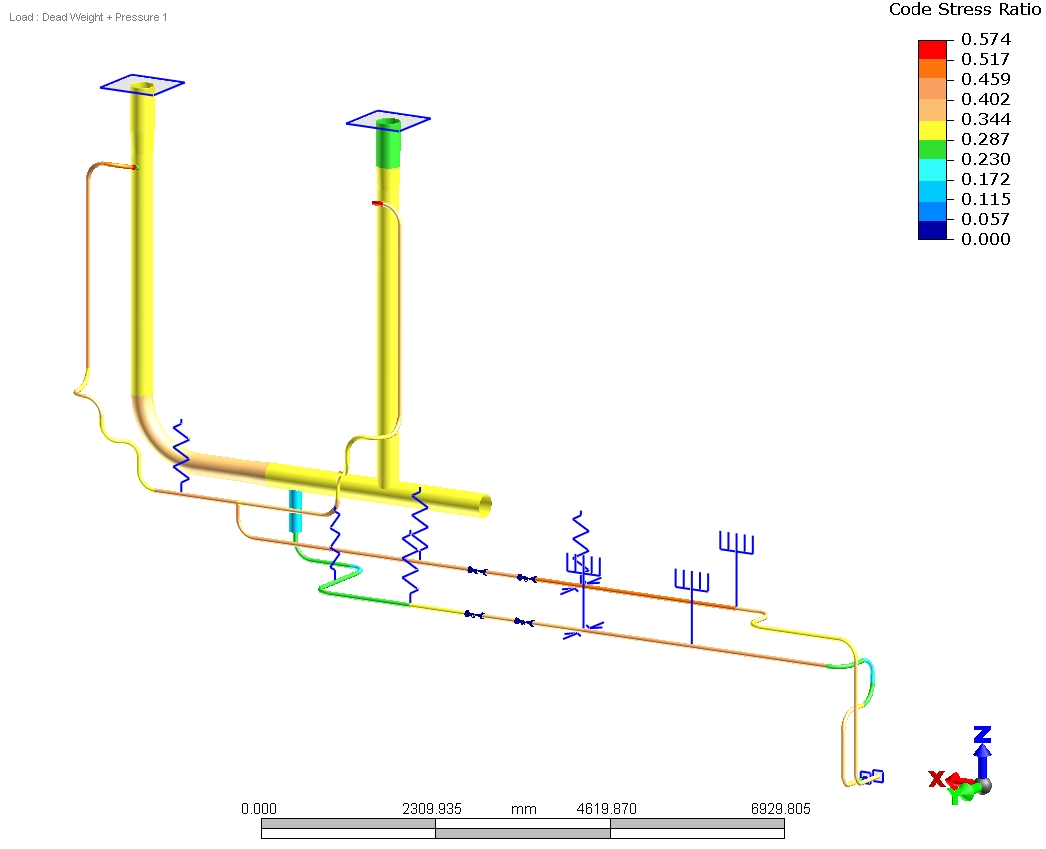
Фигура 6‑3 Коефициент на натоварване – първа товарна комбинация



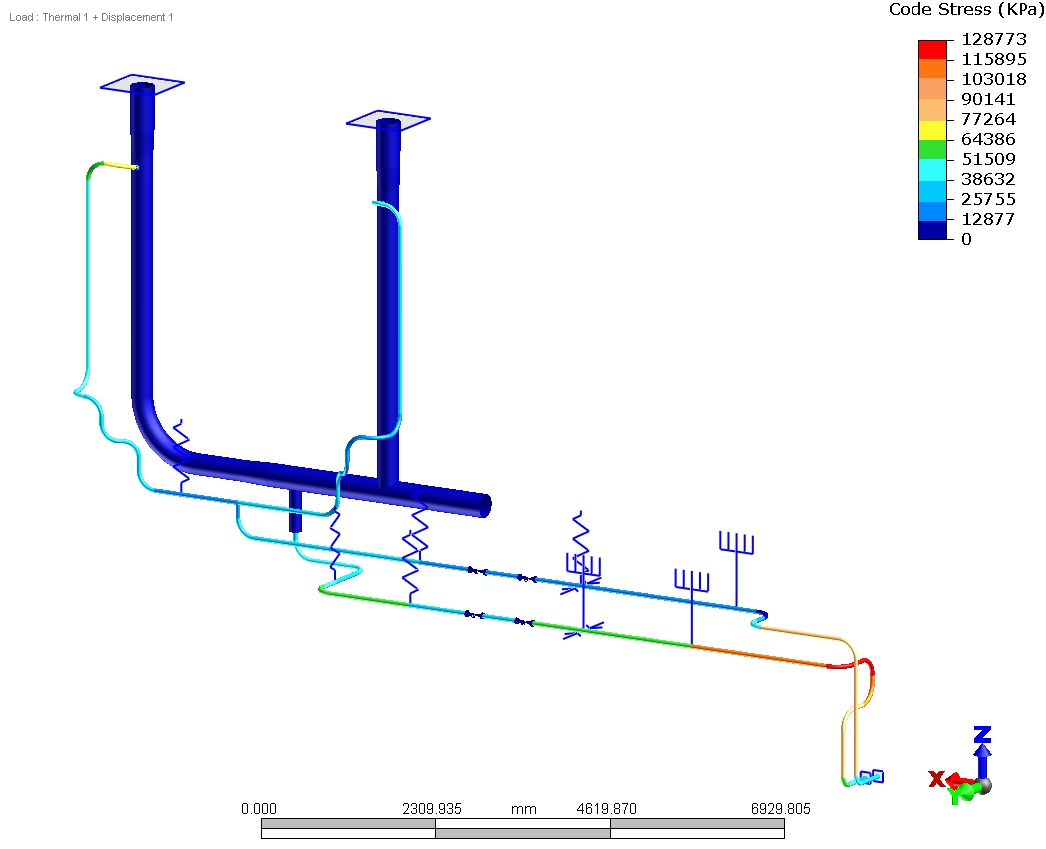
Фигура 6‑4 Общи премествания – първа товарна комбинация



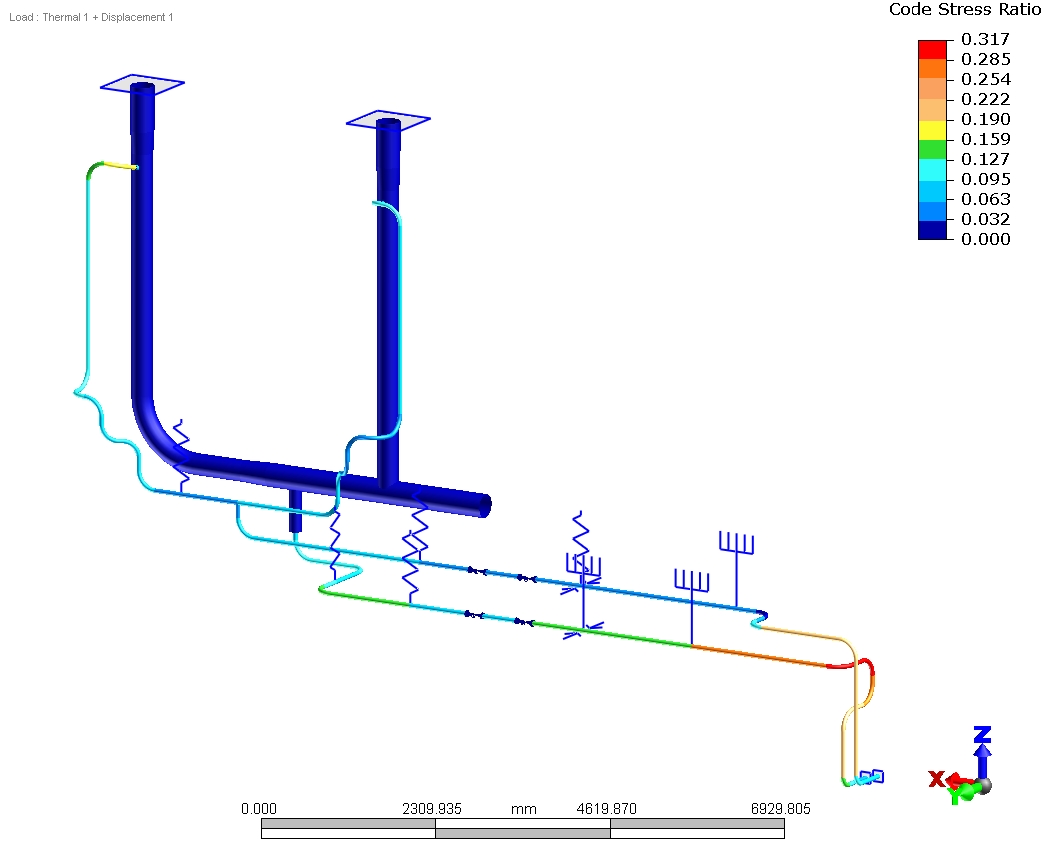
Фигура 6‑5 Главни напрежения – втора товарна комбинация



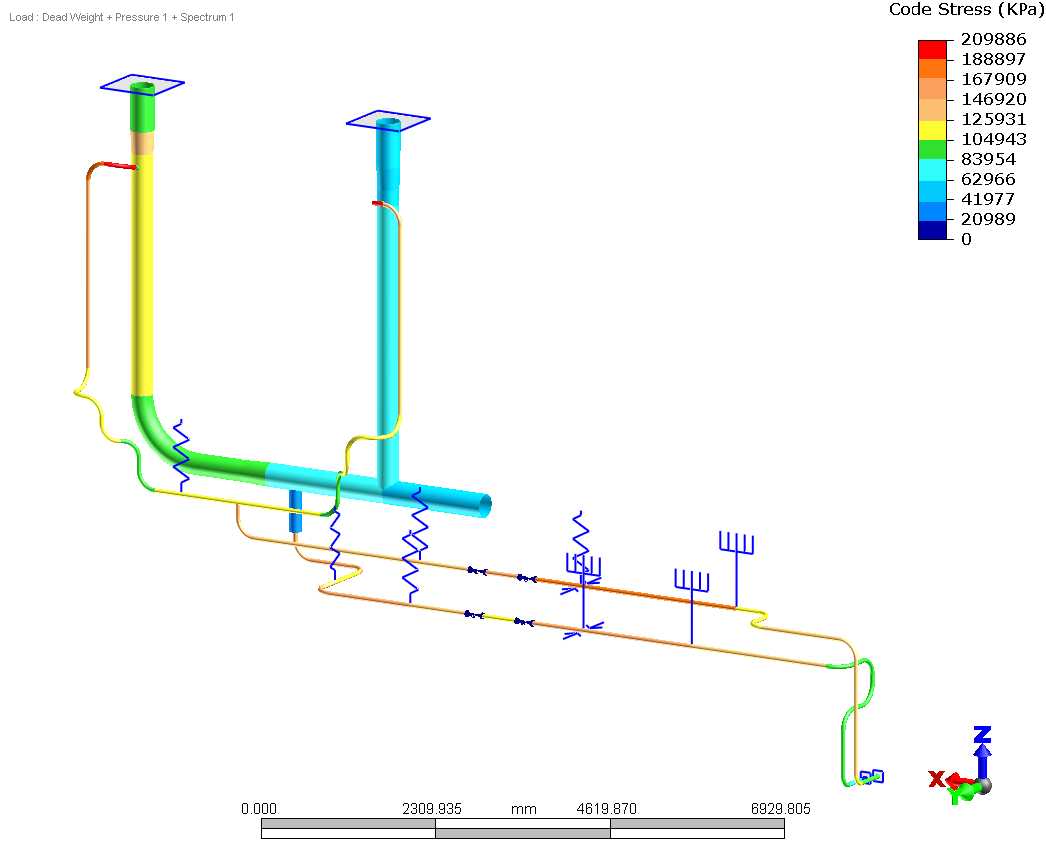
Фигура 6‑6 Коефициент на натоварване – втора товарна комбинация



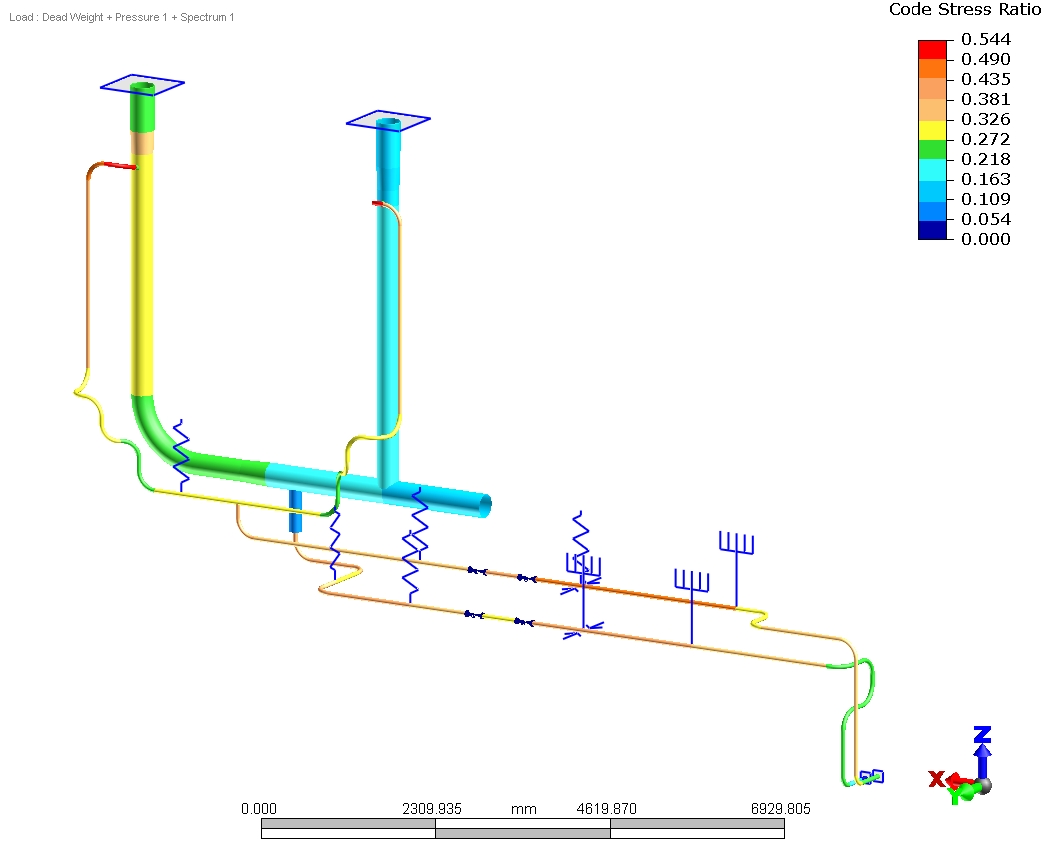
Фигура 6‑7 Главни напрежения – трета товарна комбинация



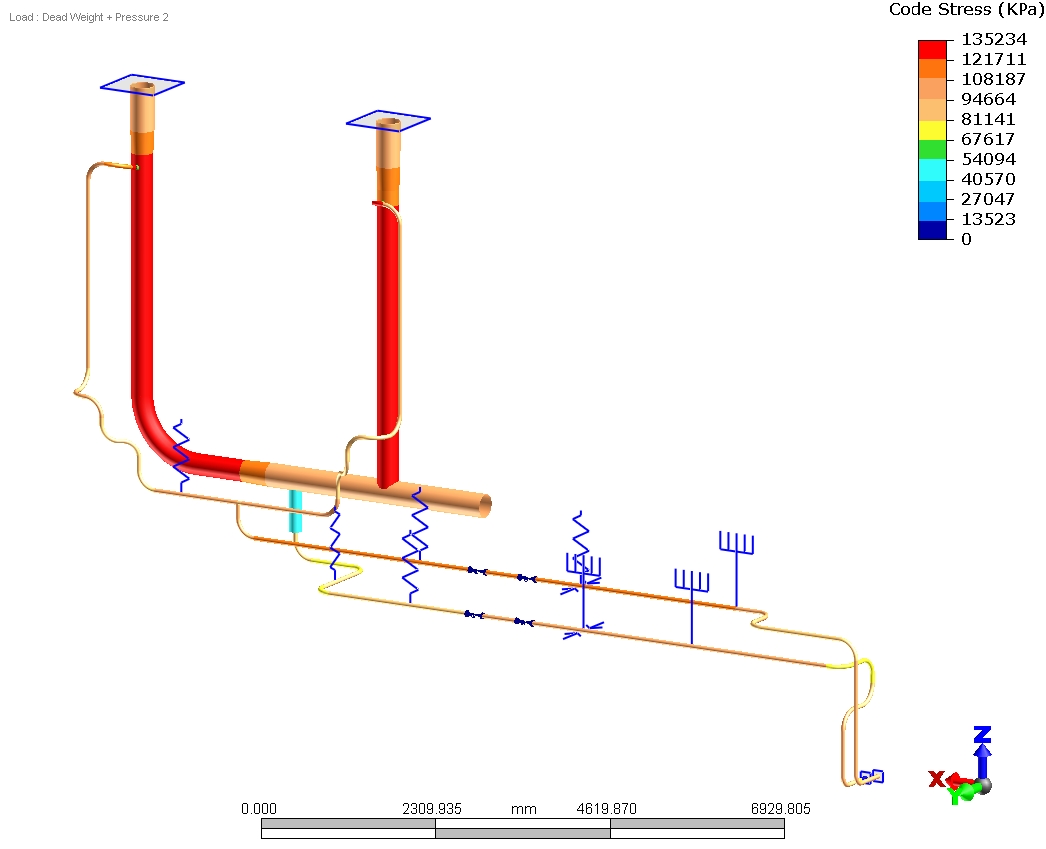
Фигура 6‑8 Коефициент на натоварване – трета товарна комбинация



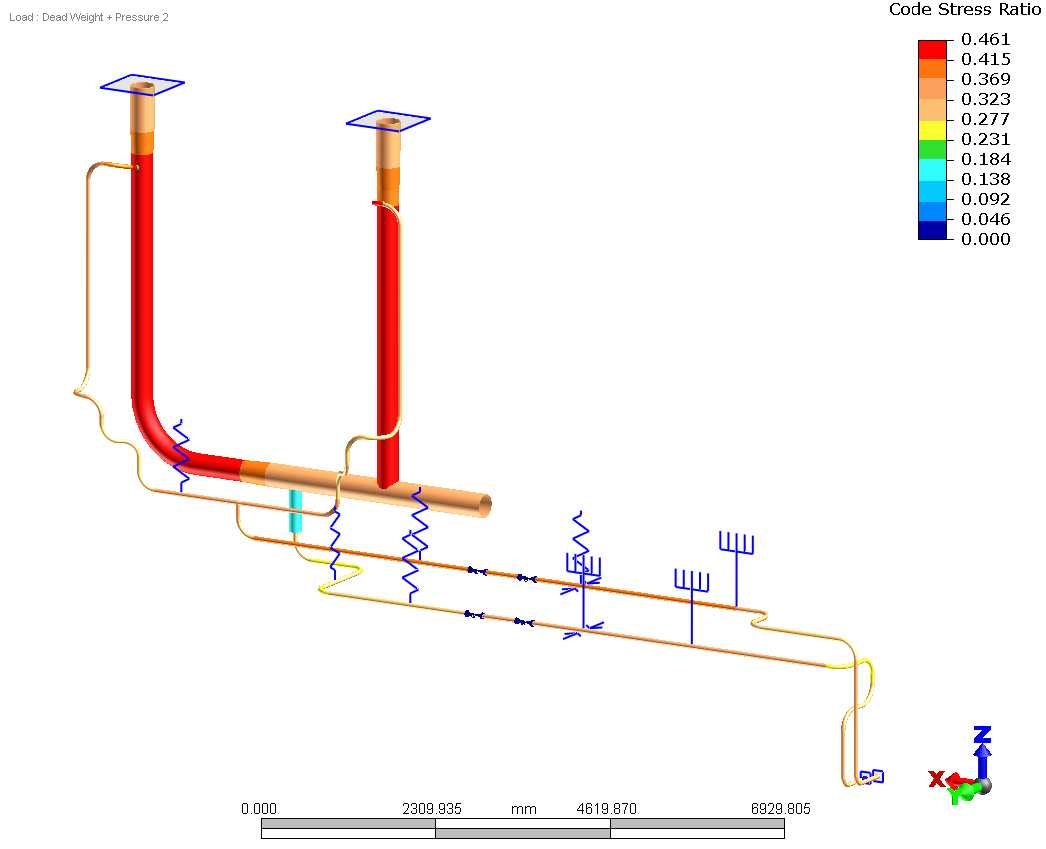
Фигура 6‑9 Главни напрежения – четвърта товарна комбинация



Фигура 6‑10 Коефициент на натоварване – четвърта товарна комбинация



Фигура 6‑11 Главни напрежения – пета товарна комбинация



Фигура 6‑12 Коефициент на натоварване – пета товарна комбинация

Максималните напрежения получени в първа товарна комбинация са в колената на дренажните линии слизащи от кота + 2566 и кота + 2195 към колектора на дренажният разширител. Главните напрежения са 168782 KPa, като кефициента на натоварване е r=0.292 което е по-малко от единица (1).

Максималните напрежения получени във втора товарна комбинация са в хоризонталният участък на новите линии под АСК на кота + 6464 Главните напрежения са 98428 KPa, като кефициента на натоварване е r=0.574 което е по-малко от единица (1).

Максималните напрежения получени в трета товарна комбинация са в колената на дренажните линии слизащи от кота + 2566 и кота + 2195 към колектора на дренажният разширител. Главните напрежения са 128773 KPa, като кефициента на натоварване е r=0.317 което е по-малко от единица (1).

Максималните напрежения получени в четвърта товарна комбинация са в хоризонталният участък на новите линии под АСК на кота + 6464 Главните напрежения са 209886 KPa, като кефициента на натоварване е r=0.544 което е по-малко от единица (1).

Максималните напрежения получени в пета товарна комбинация са в хоризонталният участък на новите линии под АСК на кота + 6464. Главните напрежения са 135234 KPa, като кефициента на натоварване е r=0.461 което е по-малко от единица (1).

**Таблица 6‑3 Собствени форми на модела на дренажните линии**

| Номер по ред | Честота, Hz | Период, sec |
| --- | --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40  41  42  43  44  45  46  47  48 | 4.038  7.165  7.974  9.042  13.336  14.853  16.003  17.323  20.431  24.398  25.919  26.888  30.294  38.158  39.194  45.495  52.748  54.332  55.565  59.258  61.511  62.137  65.422  66.317  66.617  70.105  72.074  74.676  81.913  84.411  99.311  99.808  104.692  110.128  110.714  113.444  116.477  122.650  130.600  134.162  136.550  138.780  146.102  162.218  165.573  169.229  177.268  184.014 | 0.643  1.140  1.269  1.439  2.122  2.364  2.547  2.757  3.252  3.883  4.125  4.279  4.821  6.073  6.238  7.241  8.395  8.647  8.843  9.431  9.790  9.889  10.412  10.555  10.602  11.158  11.471  11.885  13.037  13.435  15.806  15.885  16.662  17.527  17.621  18.055  18.538  19.520  20.786  21.353  21.733  22.088  23.253  25.818  26.352  26.934  28.213  29.287 |

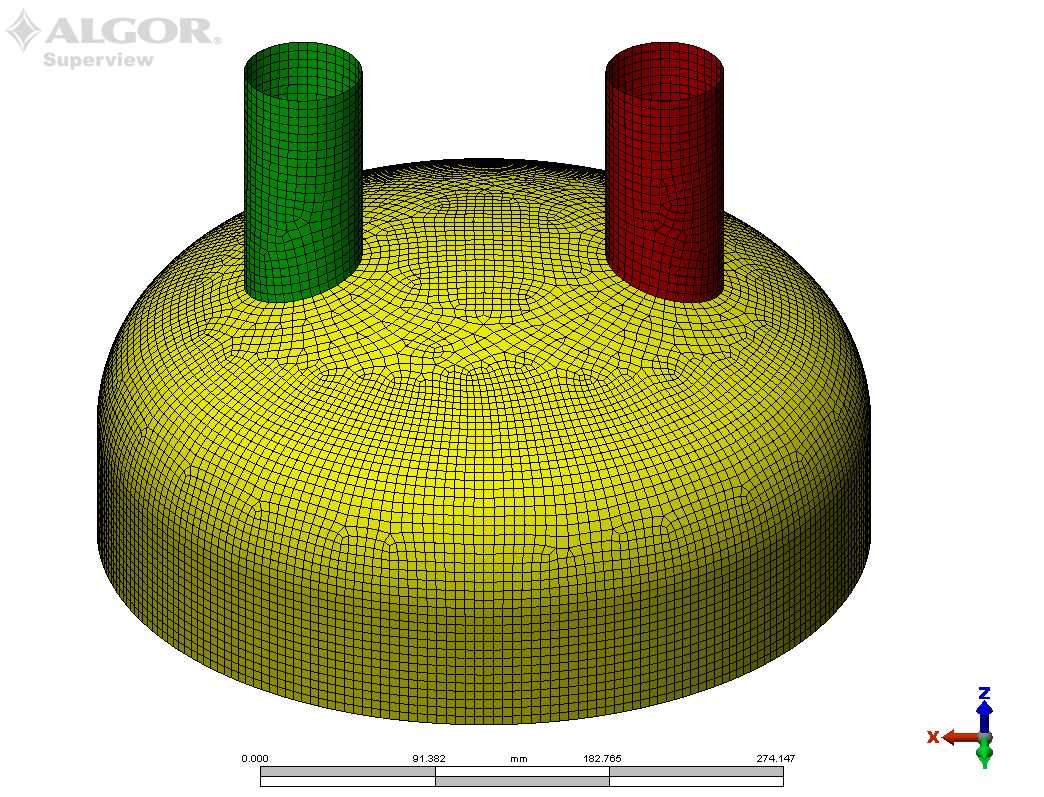
**Таблица 6‑4 Опорни реакции на дренажните линии**

| **Опора** | **Направление** | **Статични** | **Термични** | | **Сеизмични** | | **Общи** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Max** | **Min** | **Max** | **Max** | **Min** | **Max** |
| **6а** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fz** | **-1808** | **0** | **-503** | **130** | **-130** | **-1679** | **-2441** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **g1** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fz** | **-1191** | **0** | **-264** | **350** | **-350** | **-841** | **-1805** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **g2** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fz** | **-1150** | **0** | **-109** | **301** | **-301** | **-849** | **-1560** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **g2** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **168** | **49** | **0** | **959** | **-959** | **1176** | **-791** |
| **Fz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **g3** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fz** | **-563** | **859** | **0** | **857** | **-857** | **1153** | **-1420** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **f4** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fz** | **-510** | **0** | **-127** | **38** | **-38** | **-472** | **-674** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **f1** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fz** | **-885** | **0** | **-118** | **100** | **-100** | **-784** | **-1103** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **f2** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fz** | **-818** | **0** | **-953** | **911** | **-911** | **94** | **-2682** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **f2** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **140** | **732** | **0** | **1357** | **-1357** | **2229** | **-1218** |
| **Fz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **f3** | **Fx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fy** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Fz** | **-956** | **1953** | **0** | **889** | **-889** | **1887** | **-1845** |
| **Mx** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **My** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Mz** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

## Якостно пресмятане на дъното на колектора на дренажният разширител

### Описание на модела

Общият вид на моделa на дъното на колектора на дренажният разширител е представен на Фигура 6‑13.



Фигура 6‑13 Модел на дъното на колектора на дренажният разширител

Моделът се състои от три части както следва :

* Дъно, разделено на 10505 бр. крайни елемента тип черупка (Shell) със зададена дебелина 10 mm. Материал - 10CrMo9-10;
* Щуцер на първи дренаж, разделен на 1077 бр. крайни елемента тип черупка (Shell) със зададена дебелина 8.7 mm. Материал - X10CrMoVNb9-1;
* Щуцер на втори дренаж, разделен на 1077 бр. крайни елемента тип черупка (Shell) със зададена дебелина 8.7 mm. Материал - X10CrMoVNb9-1;

На моделът са зададени следните гранични условия:

* Ос на симетрия в долният край на дъното в равнина X-Y, представляваща заварката между дъното и колектора на дренажният разширител;
* Заварка между щуцер на първи дренаж и дъното;
* Заварка между щуцер на втори дренаж и дъното;
* Вътрешно свръх налягане от 2 bar.
* Равномерно разпределена температура от 550оС, по отделните части на модела.

### Резултати от проведените якостни пресмятания

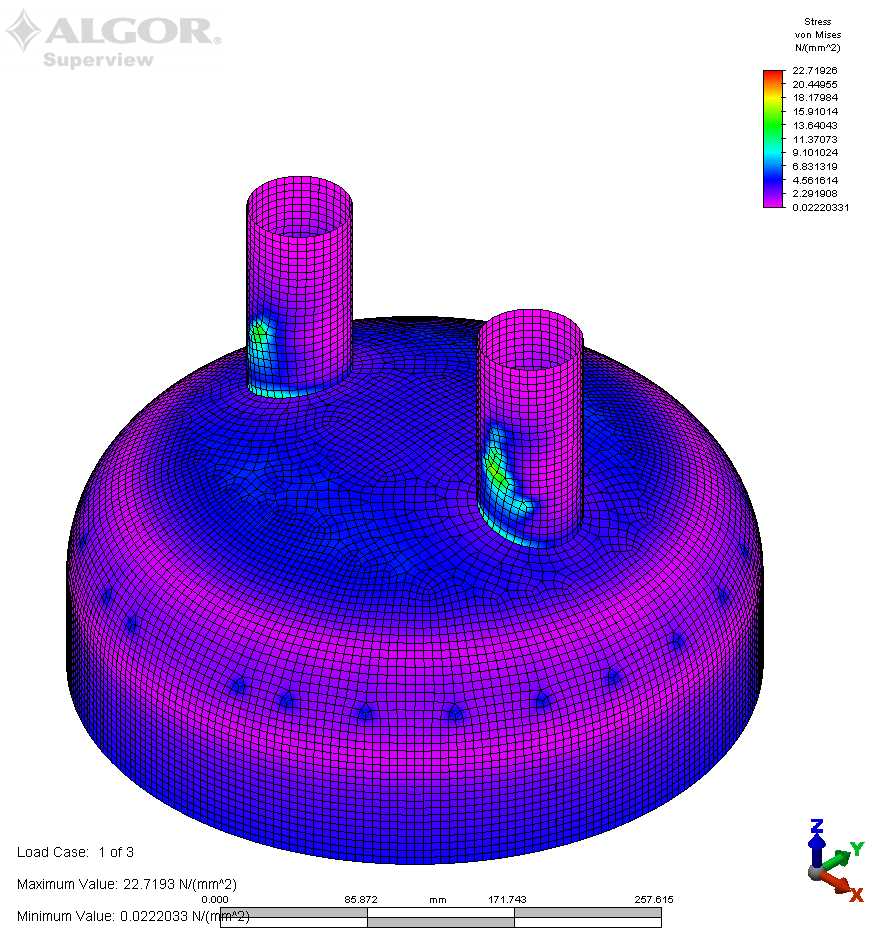
За провеждане на якостните пресмятания са използвани три товарни комбинации, както следва:

* Първа товарна комбинация = Налягане + Температура;
* Втора товарна комбинация = Температура;
* Трета товарна комбинация = Налягане.

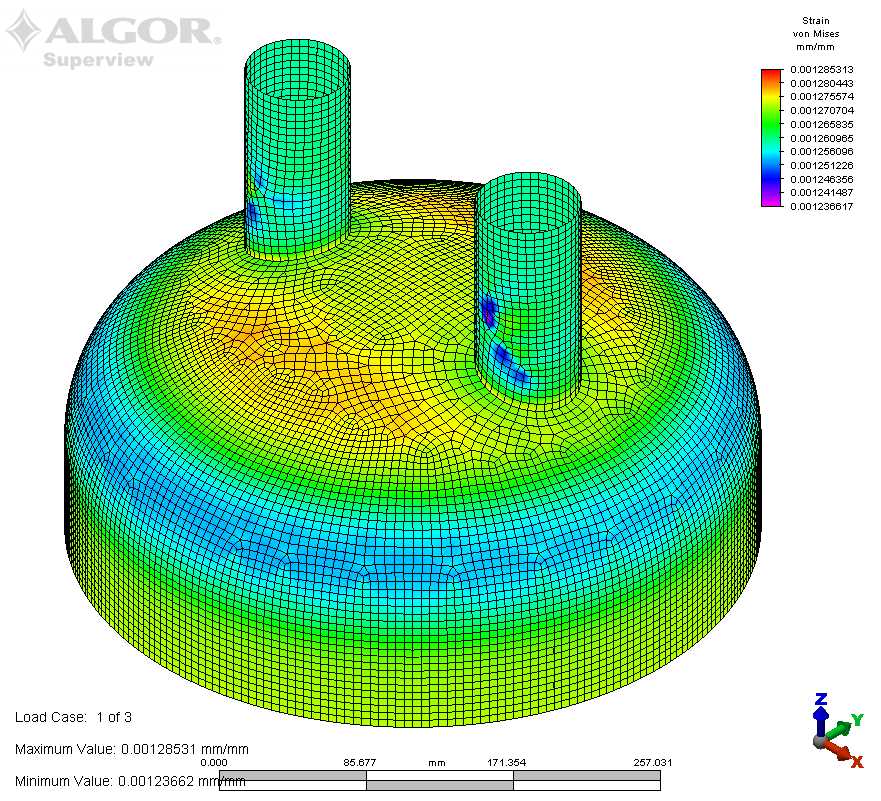
Не се разглежда влиянието от собствено тегло, поради факта че то е пренебрежимо малко в сравнение от влиянието на товарните фактори температура и налягане.

Резултатите от проведените якостни пресмятания са представени графично както следва:

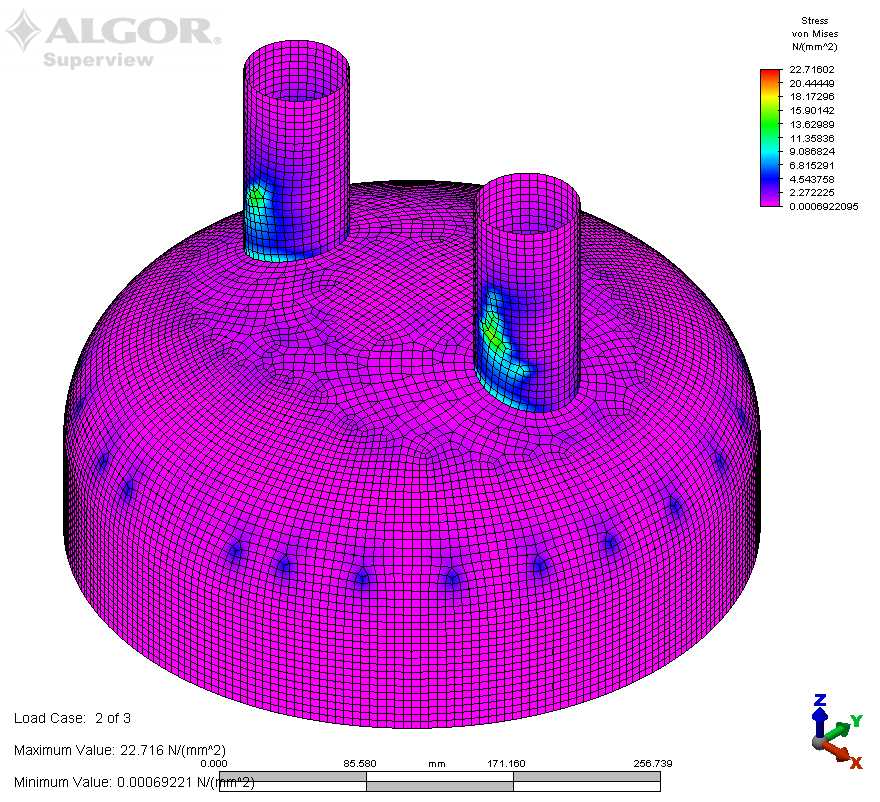
* Фигура 6‑14. Напрежения получени от първа товарна комбинация
* Фигура 6‑15. Деформации получени от първа товарна комбинация
* Фигура 6‑16. Напрежения получени от втора товарна комбинация
* Фигура 6‑17. Деформации получени от втора товарна комбинация
* Фигура 6‑18. Напрежения получени от трета товарна комбинация



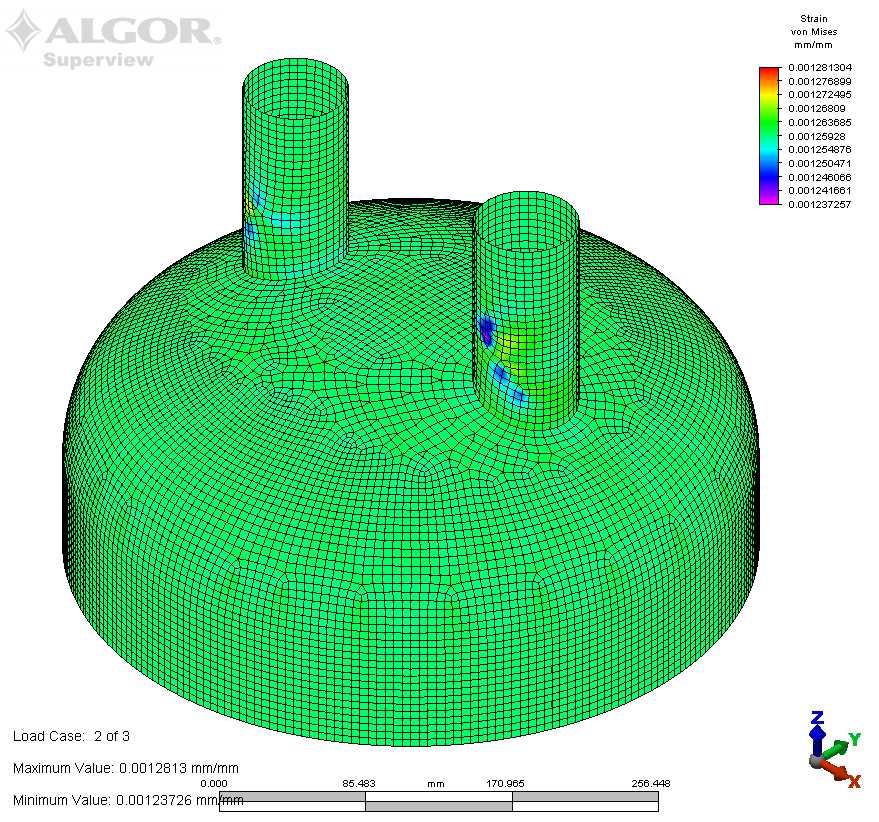
Фигура 6‑14. Напрежения получени от първа товарна комбинация



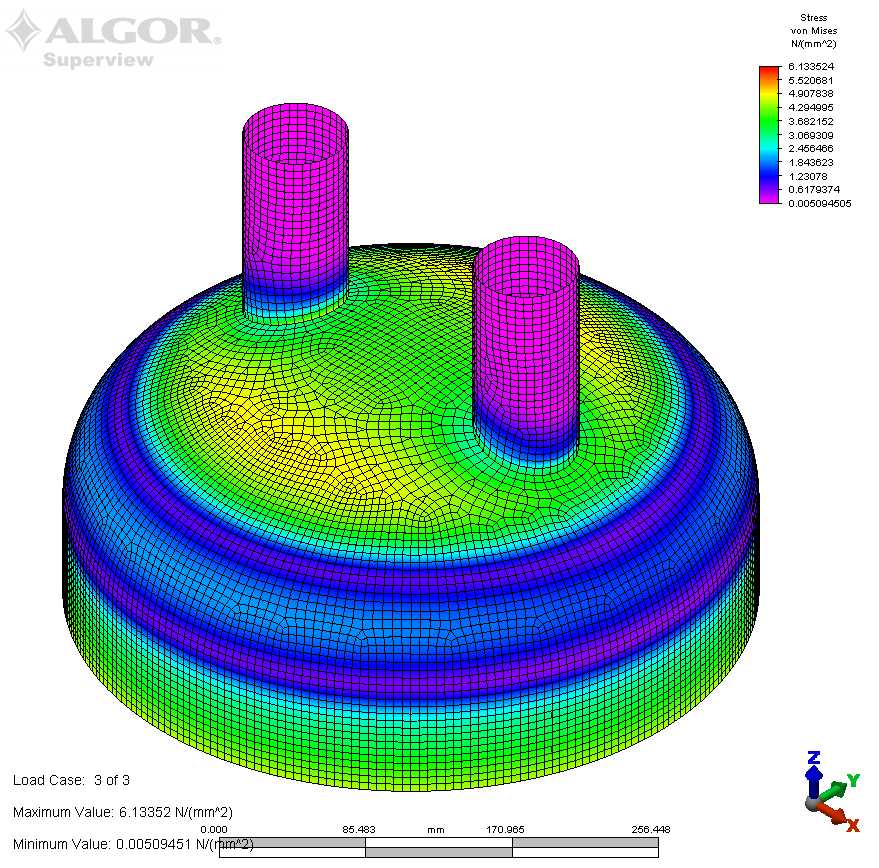
Фигура 6‑15. Деформации получени от първа товарна комбинация



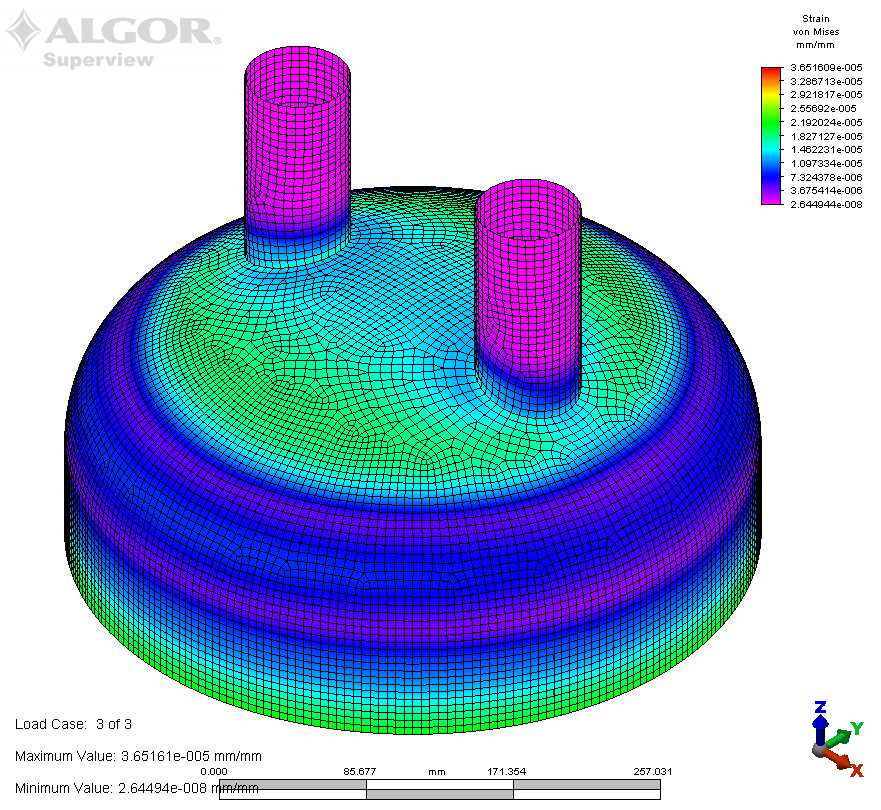
Фигура 6‑16. Напрежения получени от втора товарна комбинация



Фигура 6‑17. Деформации получени от втора товарна комбинация



Фигура 6‑18. Напрежения получени от трета товарна комбинация



Фигура 6‑19. Деформации получени от трета товарна комбинация

Максималните напрежения са получени в първа товарна комбинация в съчетание от температура и налягане със стойност 22.7 MPa при деформация 0.00128 mm/mm. Получените напрежения са много по-малки от 1% на границата на провлачване при пълзене за 100 000 часа (Rp0.1creep100000h )за стома 10CrMo9-10.

## Заключения от проведеният анализ

От проведеният якостен анализ се правят следните заключения:

1. Няма елементи на дренажните линии, които да работят с напрежения над допустимите.
2. Коефициентите на натоварване ( r) получени в петте товарни комбинации са по- малки от единица.
3. Получените напрежения в дъното на коллектора на атмосферният дренажен разширител са много по-малки от 1% на границата на провлачване при пълзене за 100 000 часа (Rp0.1creep100000h ) за стома 10CrMo9-10.

От по-горе казаното се прави заключение, че новите дренажни линии ще работят безопасно и надеждно ще изпълняват предназначението си.

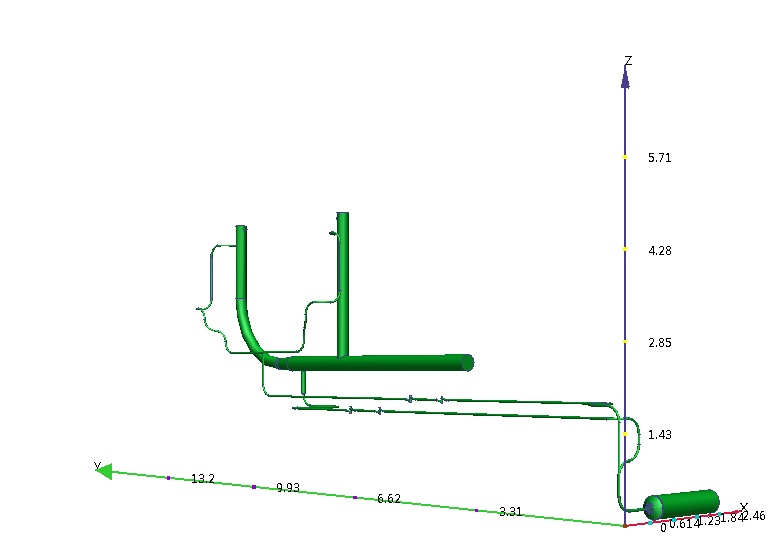
# Хидро динамична проверка на новите дренажни линии

## Общи положения

За по-точна преценка за работоспособността на новите линии е направен CFD анализ на тяхната съвместна работа. В моделът са включени следните елементи:

1. Хоризонтален участък на главен паропровод на кота +3721 с размер ∅381x28; тройник към вертикален участък с размер ∅294х22 до кота+8.00; преход и коляно към вертикален участък с размер ∅294х22 до кота+8.00.
2. Две линии за продухване на вертикалните участъци на главен паропровод преди стопорните клапани на турбината с размер ∅60.3x8.8. Линиите са обединени в равнопроходен тройник към тръба с размер ∅60.3x8.8, която продължава към две арматури в хоризонтален участък и се включва в дъното на атмосферен дренажен разширител.
3. Дренажна линия на главен паропровод с размер ∅60.3x8.8, която започва от най-ниската част на джоба на главен паропровод и продължава съгласно модела представен на Фигура 7‑1
4. Колектор на атмосферен дренажен разширител и парен щит (перфорирана плоча) между дъното и самият колектор.

Общият вид на моделът на проектното решение е представен на Фигура 7‑1.



Фигура 7‑1. Общ вид на модела на дренажните линии

## Модел на дренажният тръбопровод

Моделът е построен в мащаб едно към едно в мерни единици SI:

* Дължина – m;
* Време – s;
* Налягане – Pa;
* Температура – К;
* Маса – kg.

Работният флуид е прегрята пара с параметри:

* Начално налягане166 bar.
* Крайно налягане 2 bar.
* Температура 540ºC.

В модела са представени всички елементи на тръбопровода, колена, прави участъци, отворени на 100% вентили и дюза, от началната точка до крайната точка при колектор на „Атмосферен дренажен съд”.

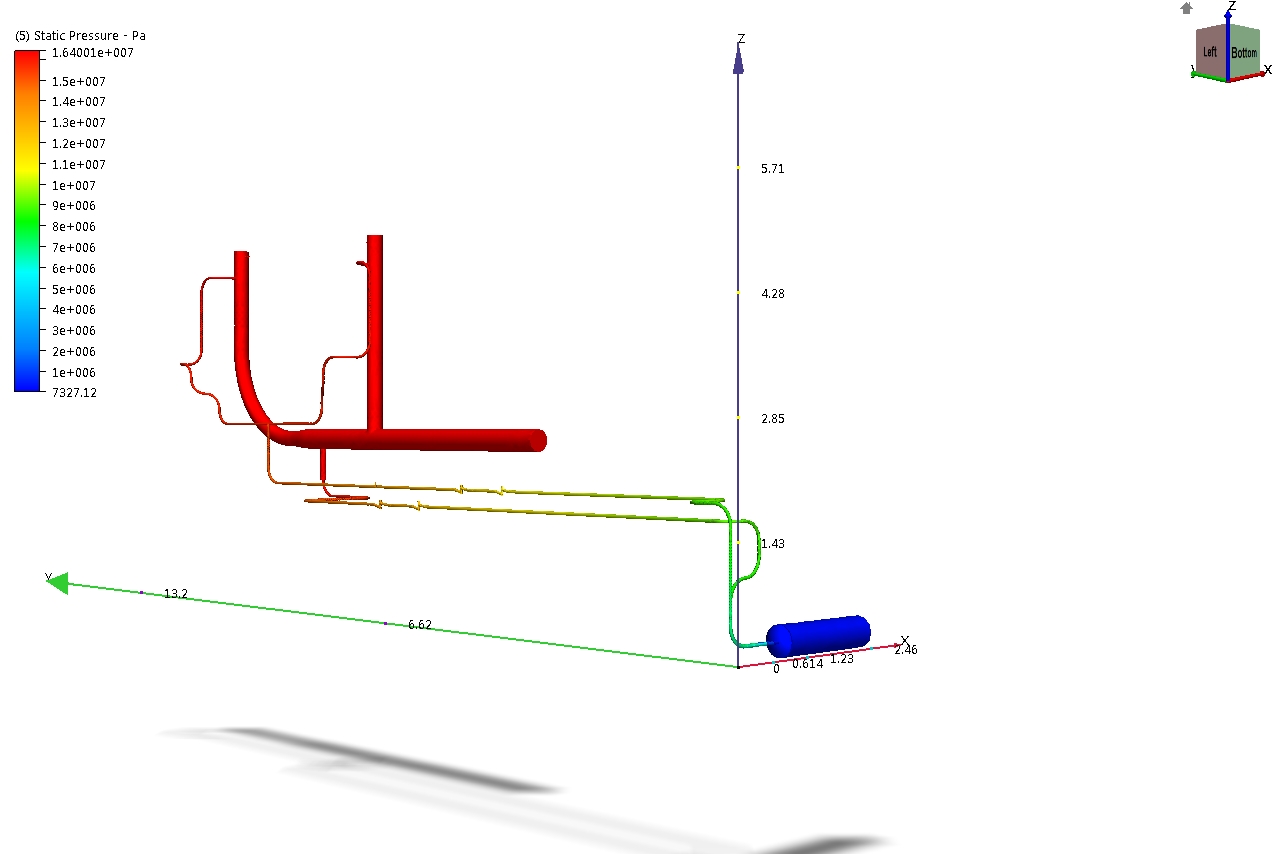
В анализа се разглежда само скоростният профил на флуида и пада на налягане получени през отделните елементи на тръбопровода.

В анализа не се разглеждат следните физични величини:

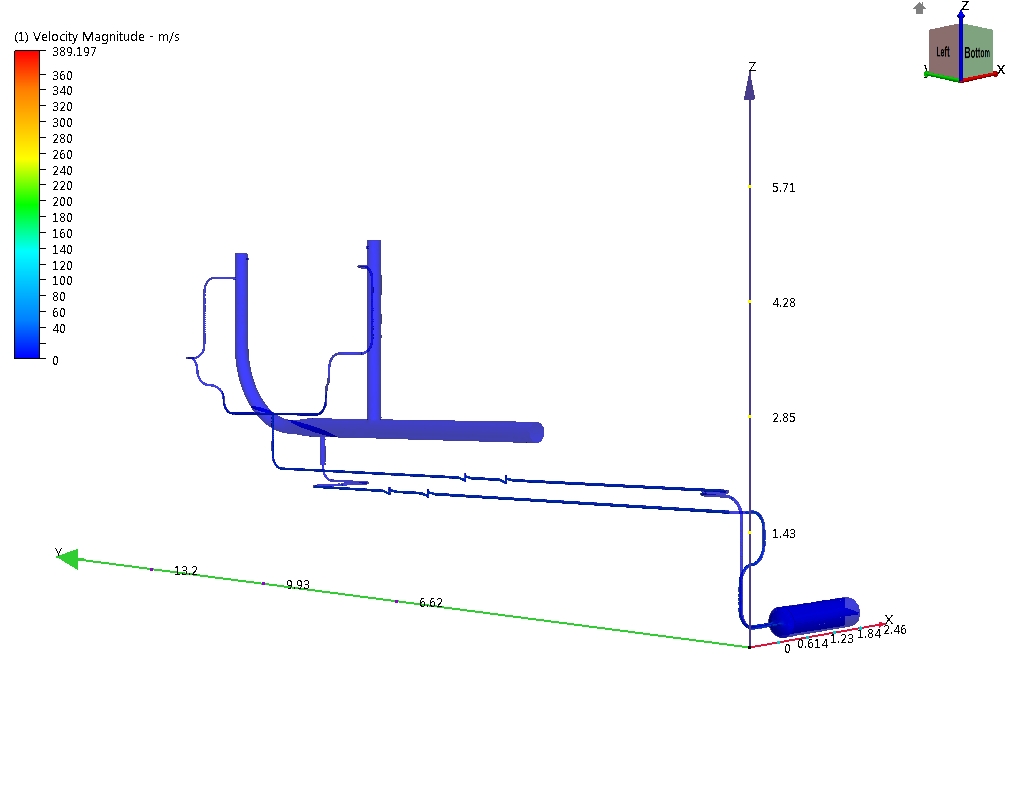
* Топлобмен – анализа е проведен при затворена система без загуби на топлина;
* Преходни състояния на флуида – флуида се разглежда само като еднофазна смес от прегрята пара без механични примеси и водни капки.

Резултатите от проведените хидравлични изчисления са представени графично както следва:

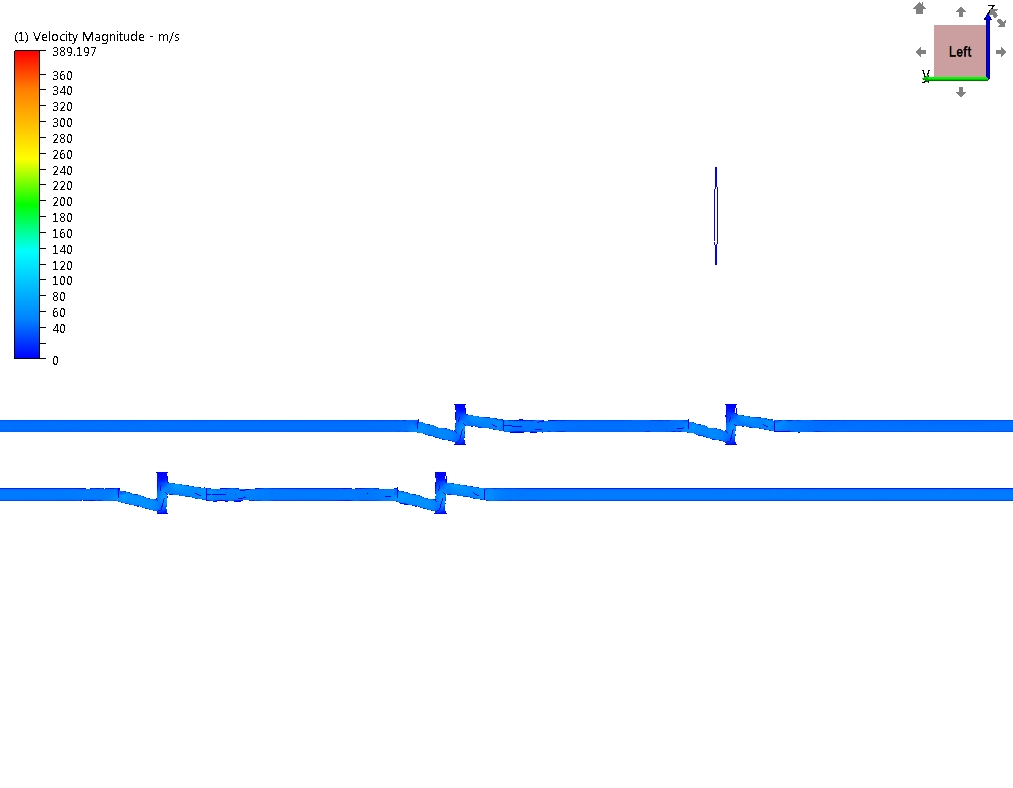
* Фигура 7‑2. Разпределение на налягането през дренажните тръби
* Фигура 7‑3. Скорост на флуида в
* Фигура 7‑4. Скорост на флуида във вентилните групи
* Фигура 7‑5. Скорост на флуида в дюзите преди дренажният колектор



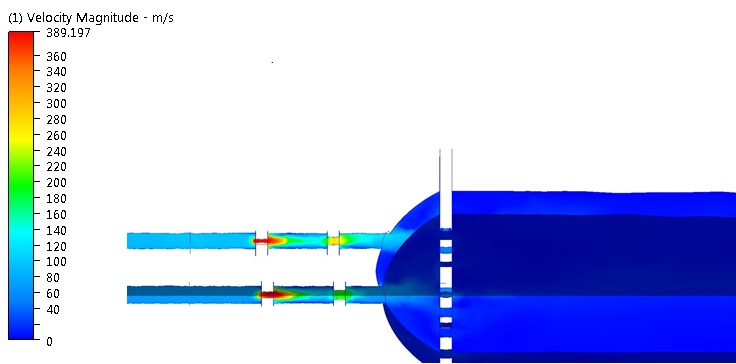
Фигура 7‑2. Разпределение на налягането през дренажните тръби



Фигура 7‑3. Скорост на флуида в дренажните линии



Фигура 7‑4. Скорост на флуида във вентилните групи



Фигура 7‑5. Скорост на флуида в дюзите преди дренажният колектор

От представените графични резултати на хидравличната проверка на новите дренажни линии се правят следните заключения:

* Скоростта на флуида в правите участъци и колената на дренажните линии не надвишава 60 m/s;
* Скоростта на флуида в арматурите не надвишава 95 m/s
* Максималната скорост на флуида е 289 m/s и се получава в дросел шайбата Ф15 mm;

# Избор на топлоизолация.

За определяне на типа на топлоизолацията е използван каталожна програма на фирма “ROCKWOOL”.

Пресмятанията са извършени при температура на околната среда Твн.=28оС и температура на повърхността на защитният лист на тръбата Тпов.<50 оС. От извършените топлинни пресмятания е получена топлинна изолация тип ALU-WIRED MAT 105 с дебелина 100 mm.

Защитната метална обшивка се предвижда да бъде от поцинкована стомана съгласно CINI 3.1.04.

На чертеж REL-1141-DR-002-ТH е представен сборният чертеж на оборудването и тръбопроводите към него. Разположението на тръбопроводите е съобразено с изискванията на чл. 81 от [5].

На Фигура 8‑1 е представен детайл за полагане на топлоизолация на тръбопроводна арматура. Материала на топлоизолацията е ALU-WIRED MAT 105, като дебелината на изолацията е 100mm.

|  |  |
| --- | --- |
| 3792 1 | 1 - Топлоизолация на тръбопроводната арматура ALU-WIRED MAT 105;  2 - Топлоизолация на тръбопровода;  3 - Защитен кожух на тръбопровода;  4 - Защитен кожух на тръбопроводната арматура;  5- Тръбопроводна арматура; |

Фигура 8‑1 Полагане на топлоизолация на тръбопроводна арматура.

Детайли за полагане на топлоизолацията по дължината на тръбопроводите са представени от Фигура 8‑2 до Фигура 8‑4. На Фигура 8‑3 е представено вертикалното полагане на топлоизолацията. За избягване свличането на топлоизолацията се поставят през три метра разтоварващи пръстени.

|  |  |
| --- | --- |
| untitled | 1 - ALU-WIRED MAT 105  2 - Защитен кожух  3 – Самонарезен винт |

Фигура 8‑2 Полагане на топлоизолация в хоризонтални участъци на тръбопровода.

|  |  |
| --- | --- |
| 4419 | 1 - ALU-WIRED MAT 105  2 - Разтоварващ пръстен  3 – Защитен кожух  4 – Метални скоби |

Фигура 8‑3 Полагане на топлоизолация във вертикални участъци на тръбопровода.

|  |  |
| --- | --- |
| 3797 | 1-Топлоизолация  ALU-WIRED MAT 105  2 - Защитен кожух  3 – Самонарезен винт |

Фигура 8‑4 Полагане на топлоизолация на колена.

# Предварителна процедура за изпълнение на неразглобяеми съединения.

В настоящата предварителна процедура за изпълнение на неразглобените съединения се разглеждат различните типове на изпълнението и електроди за заваряване.

## Дренажни линии Ø 60.3x8.7 от стомана X10CrMoVNb9-1.

Основният материал на тръбопровода е стомана X10CrMoVNb9-1. Заваръчният шев се изпълнява под защитна среда на аргон съгласно EN 12070:1999, вид W CrMo91. Избрана е добавъчна тел BÖHLER C 9 MV-IG със следният химичен състав:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Химичен елемент | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | V | Nb |
| Съдържание в % | 0.12 | 0.3 | 0.5 | 9.0 | 0.7 | 0.9 | 0.2 | 0.055 |

\* Заварката между дренажните тръбопроводи и дъното на дренажният разширител се изпълнява с BÖHLER C 9 MV-IG.

## Колектор на дренажен разширител и дъно Ду400 от стомана 10CrMo9-10.

Основният материал на тръбопровода е стомана 10CrMo9-10. Заваръчният шев се изпълнява под защитна среда на аргон съгласно EN 12070:1999, вид W CrMo2 Si. Избрана е добавъчна тел BÖHLER CM 2-IG със следният химичен състав:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Химичен елемент | C | Si | Mn | Cr | Mo |
| Съдържание в % | 0.06 | 0.7 | 0.95 | 2.6 | 1.0 |

\* Заварката между дренажните тръбопроводи и дъното на дренажният разширител се изпълнява с BÖHLER C 9 MV-IG.

## Опорни конструкции от въглеродна стомана.

Основният материал на опорните конструкции е стомана S235JR и S355J2G3. Електродите за заваряване са съгласно EN 499:1994: E 38 0 RR 12. Избират се електроди BÖHLER FOX SUM. Също така се препоръчват електроди ESAB ВЕЖЕН Е6013. Химичният състав на електродите са:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Химичен елемент | C | Si | Mn |
| Съдържание в % | 0.07-0.08 | 0.25-0.3 | 0.4-0.5 |

Механичните характеристики на заваръчният шев с електроди BÖHLER FOX SUM са:

* Граница на провлачване Re = 430 MPa
* Граница на разрушаване Rm = 500MPa
* Относително удължаване при опън (образец L=5xd) A=26%

Операционни характеристики при заваряване на „Таван” и „Стена”:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Външен диаметър на електрода  Ø mm | Дължина на електрода  mm | Работен ток, А |
| 2.5 | 350 | 60 - 100 |
| 3.2 | 350 | 90 - 130 |
| 4.0 | 350 | 110 - 170 |

# Предварителна инструкция за монтаж, експлоатация, поддържане и ремонт.

## Изисквания към собственика на съоръжението:

Осигуряването на безопасно и безаварийно функциониране на тръбопровода е задължение на неговия собственик, който:

1. осигурява необходимия персонал и писмено определя неговите функции, права и задължения;
2. писмено определя лице, което отговаря за безопасното функциониране на тръбопровода, което трябва да познава изискванията на [5], производствената инструкция и контролира спазването им; функциите на отговорното лице могат да бъдат съвместявани
3. Изработва производствена инструкция въз основа на настоящата инструкция, изискванията на [5] и съобразно особеностите на обекта, която се връчва срещу подпис на персонала за изпълнение и която съдържа най-малко следното:

* общи задължения на персонала;
* ред за пускане и спиране на тръбопровода и обслужване по време на функционирането му;
* действията на персонала при аварийни спирания и при възникване на аварии и злополуки;
* поставя необходимите чертежи и схеми на тръбопровода и производствената инструкция на видно за персонала място;
* организира обучение на персонала при постъпването му на работа и изпит за познаването на [5] и производствената инструкция, а също и ежегодно опресняване и изпит за проверка на знанията му, като резултатите от изпитите се оформят в протокол;
* организира по установена от него форма воденето на сменен дневник, който се подписва ежедневно от отговорното лице за безопасното функциониране на тръбопровода и в който обслужващият персонал записва: разпорежданията на ръководството за пускане и спиране на тръбопроводите, предаването на тръбопроводите от смяна на смяна срещу подпис, показанията на измерителните уреди, състоянието на тръбопровода, извършените проверки на измерителните уреди, предпазните устройства и автоматиката;
* осигурява провеждането на контрол на състоянието на метала в съответствие с инструкцията за контрол на метала.

## Изисквания при монтаж на тръбопровода.

1. Монтажа на тръбопровода се извършва по техническа документация заверена от органите на ДАМТН.
2. Дейности преди започване монтажа на тръбопровода:

* Определяне на отговорен ръководител и състава на бригадата;
* Издаване на Наряд за работа и обезопасяване на работното място;
* Инструктаж на работното място на ръководния и изпълнителски персонал по здравословни и безопасни условия на труд и ПБ.

Подготовка на работните площадки:

* Монтиране на необходимите такелажни приспособления;
* Установяване на необходимата заваръчна апаратура;
* Доставка на необходимите материали
* Ограждане на работната площадка.

Дейности по време на монтажа:

* Входящ контрол за химическия състав и геометрията на тръбопровода на монтирания участък;
* Стиковане между отделните участъци;
* Проверка от технолога по заваряване правилността на стиковане;
* Предварителен подгрев преди започване на заваряването
* Извършване на термообработка до 72 часа, след заваряването при употребa на хром-молибденови стомани
* Извършване на безразрушителен контрол, съгласно предвидените в проекта обеми и методи;
* Изготвяне на протоколи за резултатите от безразрушителния контрол
* Приваряването на временни закрепвания се извършва на не по-малко от 100 mm от краищата на заваряваните елементи
* Регулирането на пружините в пружинните блокове, се извършва от неподвижните опори към средата на участъка.
* Извършване проверка и измерване на монтажните височини;
* Коригиране при необходимост.

## Изисквания при експлоатация на тръбопровода.

### Изисквания при пускане на тръбопровда.

1. скоростта на загряване на тръбопроводите за пара чрез регулиране на притока на парата да е не по-висока от 6°C за минута за тръбопроводи от въглеродни стомани и не по-висока от 4°C за минута за тръбопроводи от легирани стомани;
2. налягането се повишава до работното след пълно подгряване на тръбопровода;
3. при поява на хидравличен удар в тръбопровод за пара подаването на парата незабавно се спира до отстраняването на кондензата от съответния участък;
4. охлаждане на тръбопроводите за пара от легирана стомана се извършва със скорост не по-висока от 4°C за минута.

### Изисквания при спиране на тръбопровода.

1. Изолиране на спирателната арматура от работещите съоръжения, дренажни и други линии.
2. Освобождаване от налягане, пара и вода и изравняване на налягането в тях с атмосферното.
3. Блокиране на спирателната арматура срещу отваряне по подходящ начин.
4. Снемане на напрежението на електро задвижването на спирателната арматура.

## Изисквания към обслужващия персонал.

Най-малко един път на смяна обслужващият тръбопровода персонал обхожда тръбопровода и проверява за:

1. пропуски по тръбопровода;
2. състоянието на арматурата, уплътненията, фланцевите съединения, контролно-измервателните уреди, опорите и подвеските;
3. плътността на заварените и разглобяемите съединения;
4. положението на реперните точки;
5. изправното действие на работните манометри с помощта на спирателния орган, монтиран към тях;

откритите при проверките неизправности се записват в сменния дневник и се съобщават на отговорното лице за безопасното функциониране на тръбопровода.

## Изисквания за водене на техническата документация на тръбопровода.

За всеки тръбопровод се води ремонтен дневник, в който ремонтният персонал вписва извършените от него работи. Дневникът ежедневно се проверява и подписва от отговорното лице за безопасното функциониране на тръбопровода.

Манометрите, термометрите и другите средства за измерване на тръбопроводите подлежат на държавно изпитване и проверка по реда на Наредба № 4 за одобряване на типа и държавна проверка на средствата за измерване, издадена от Комитета по стандартизация и метрология (ДВ, бр. 2 от 1995 г.).

## Изисквания при аварийни ситуации към персонала.

Обслужващият персонал незабавно спира функционирането на тръбопровода в случаите, посочени в производствената инструкция, и когато:

1. налягането или температурата в тръбопровода са се повишили над разрешеното;
2. се появят хидравлични удари в тръбопровод за пара;
3. в елементите, работещи под налягане, се открият пукнатини, издутини, пропуски на пара или вода;
4. се установят недопустими измествания в опорно-окачващата система.

# Предварителна инструкция за контрол на дренажните тръбопроводи и оборудване.

## Изисквания към собственика на съоръжението:

Осигуряването на безопасно и безаварийно функциониране на тръбопровода е задължение на неговия собственик, който:

* + 1. осигурява необходимия персонал и писмено определя неговите функции, права и задължения;

1. писмено определя лице, което следи за изпълнение на:

а) общи задължения на персонала;

б) ред за пускане и спиране на тръбопровода и обслужване по време на функционирането му;

в) ред за обслужване и проверка на предпазните устройства, контролно-измерителните и другите уреди и съоръжения;

3. организира по установена от него форма воденето на дневник, в който отговорното лице периодично нанася техническото състояние на тръбопровода.

## Периодичност и вид на извършвания контрол на тръбопровода.

Периодичният контрол се извършва по време на плановите ремонтно-възстановителни работи на съоръженията.

Времето за провеждане на контрола се определя или от работните часове, или от броя цикли „спиране-пускане”, като двата параметъра действат независимо.

В случаите, когато времето на провеждане на контрола не съвпада с времето на ремонта, се допуска отклонение ±6 000 работни часа.

Решението за отлагане на срока на контрола с повече от 6000 работни часа се взема от Управителя на електроцентралата по предложение на ЕТК.

## Периодичност на безразрушителен контрол на главен паропровод .

### Контрол на прави участъци.

Вид на извършвания контрол

* ИКУ на 100 000 работни часа – най-малко на 1 контролен участък;
* ИОД през 50 000 работни часа – 100%;
* ОК-В през 50 000 работни часа – 25%;

### Контрол на колена.

Вид на извършвания контрол:

* ИОД през 50 000 работни часа – 100%;
* ОК-В през 50 000 работни часа – 25%;
* МК-МТ или КК-РТ-Ц през 50 000 работни часа – 25%;
* АК- UT-H през 50 000 работни часа – 25%;
* ИДО през през 50  000 работни часа – 25%;
* ТВ-А през 50  000 работни часа – 25%;
* МР през 100  000 работни часа – 2 броя;

### Контрол на челно заварени съединения.

Вид на извършвания контрол:

* АК- UT-H през 100  000 работни часа – 100%;
* ТВ-А през 100  000 работни часа – 100%;
* ИКУ на 100  000 работни часа – 1 заварено съединение

### Щуцери на дренажни обезвъздушители.

Вид на извършвания контрол:

* АК- UT-H – 100% на всеки основен ремонт;
* МК-МТ – 100% на всеки основен ремонт;
* ТВ-А – 100% на всеки основен ремонт;

### Тройници.

Вид на извършвания контрол:

* МК-МТ – 100% на всеки основен ремонт;
* АК- UT-H – 100% на всеки основен ремонт;

### Хамути, полухамути, седла.

Вид на извършвания контрол:

* ОК-В – 100% на всички достъпни за контрол места на всеки основен ремонт;

## Арматура.

* Контрол на корпусите:
  + ОК-В и ОК-Е - 25  000 работни часа за всички вътрешни и външни повърхнини в зоните на преходи;
  + МР – през 50  000 работни часа на 2 контролни участъка за всяка арматура;
  + ТВ-А – през 50  000 работни часа на 2 контролни участъка за всяка арматура;
  + ИКУ – по решение на ЕТК - 2 участъка;
  + КК-РТ-Ц през 50  000 работни часа в зоната на отворите за всички шпилки
* Контрол на заваръчните съединения:
  + КК-РТ-Ц през 25  000 работни часа 100%;
  + МК-МТ през 25  000 работни часа 100%;

## Контрол на опорно-подвесната система.

* Замерване деформацията на пружините преди всеки пуск и сравняване с проектните данни;
* Замерване на деформацията на пружините след пуска и сравняване с проектните данни;
* Проверка на изместването на тръбопроводите в местата на реперните точки преди пуска и сравняване с проектните данни;
* Проверка на изместването на тръбопроводите в местата на реперните точки след пуска и сравняване с проектните данни;

## Контрол на приборите за измерване.

Манометрите, термометрите и другите средства за измерване на тръбопроводите подлежат на държавно изпитване и проверка по реда на Наредба № 4 за одобряване на типа и държавна проверка на средствата за измерване, издадена от Комитета по стандартизация и метрология (ДВ, бр. 2 от 1995 г.).

# Количествена сметка

## Доставки

| **No.** | **Наименование** | **Мярка** | **Количество** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Арматура спирателна ръчна, на заварка към Ø60,3 х 8,8; Рраб=167 bar; Tраб=550 ˚С | бр. | 2 |
|  | Арматура спирателна с електрозадвижване, на заварка към Ø60,3 х 8,8; Рраб=167 bar; Tраб=550 ˚С | бр. | 2 |
|  | Тръба Ø60,3 х 8,8 EN 10220; стомана X10CrMoVNb9-1, EN 10216-2 | m | 36 |
|  | Тръба Ø406,4 х 10 EN 10220; стомана 10CrMo9-10, EN 10216-3 | m | 1 |
|  | Коляно щамповано 90˚, Ø60,3 х 8,8 DIN 2605; R254; стомана X10CrMoVNb9-1, EN 10216-2 | бр. | 16 |
|  | Коляно щамповано 90˚, Ø60,3 х 8,8 DIN 2605; R135; стомана X10CrMoVNb9-1, EN 10216-2 | бр. | 2 |
|  | Дъно сферично Ø60,3 х 8,8 DIN 2617; стомана X10CrMoVNb9-1, EN 10216-2 | бр. | 1 |
|  | Тройник равнопроходен Ø60,3 х 8,8 DIN 2615; стомана X10CrMoVNb9-1, EN 10216-2 | бр. | 1 |
|  | Метален прът Ø60 БДС EN 10060; стомана X10CrMoVNb9-1, EN 10216-2 | m | 0.2 |
|  | Метален прът Ø80 БДС EN 10060; стомана X10CrMoVNb9-1, EN 10216-2 | m | 0.4 |
|  | Лт 26, 0,4 x 0,4 = 0.16 m2 БДС EN 10028; стомана 10CrMo9-10, EN 10216-3 | бр. | 2 |
|  | Минерална вата WIRED MAT 105, б = 50mm “ROCKWOOL” | m2 | 65 |
|  | Минерална вата WIRED MAT 105, б = 60mm “ROCKWOOL” | m2 | 42 |
|  | Галванизирана ламарина б = 0,8 mm БДС EN 10327 | m2 | 78 |
|  | шина 25 х 3 mm EN 10025, S235JR | m | 7 |
|  | Винт самонарезен цилиндрична глава прав шлиц Ø4,2 х 13, кл.4.6 DIN 7971 | бр. | 1,100 |
|  | Болт външен шестостен цяла резба М8 х 30 БДС EN 4014 | бр. | 30 |
|  | Гайка шестостенна М8 БДС EN 4032 | бр. | 30 |
|  | Подвеска пружинна 6а REL - 1141 -DR - 015 - TH 1/5 | бр | 1 |
|  | Подвеска пружинна g1 REL - 1141 -DR - 015 - TH 2/5 | бр | 1 |
|  | Подвеска пружинна g2 REL - 1141 -DR - 015 - TH 3/5 | бр | 1 |
|  | Подвеска пружинна g3 REL - 1141 -DR - 015 - TH 4/5 | бр | 1 |
|  | Подвеска твърда динамична g2h REL - 1141 -DR - 015 - TH 3/5 | бр | 1 |

## Изработка на детайли

| **No.** | **Наименование** | **Чертеж / стандарт** | **Мярка** | **Количество** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Дъно сферично Ø406,4 х 10 (съществуващо) | REL-1141-DR-005 | бр. | 1 |
|  | Дюза дроселираща Ф15 | REL-1141-DR-007 | бр. | 2 |
|  | Дюза дроселираща Ф25 | REL-1141-DR-007 | бр. | 2 |
|  | Перфориран парен щит | REL-1141-DR-008 | бр. | 2 |
|  | Щуцер за тръба Ø60,3 х 8,8 | REL-1141-DR-009 -4 | бр. | 1 |
|  | Преход за тръба ∅60,3x8,8 към съществуващ щуцер | REL-1141-DR-009-1 | бр. | 2 |
|  | Планка 300/300 d16 | поз. 12 REL-1141-DR-015 | бр. | 5 |

## Монтаж

| **No.** | **Наименование** | **Чертеж / стандарт** | **Мярка** | **Количество** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Монтаж на основен дренаж | REL-1141-DR-003 | К-кт | 1 |
|  | Монтаж на допълнителен дренаж | REL-1141-DR-004 | К-кт | 1 |
|  | Монтаж на перфорирани щитове | REL-1141-DR-008 | К-кт | 1 |
|  | Монтаж на блок дроселиращ | REL-1141-DR-002 | К-кт | 2 |
|  | Монтаж на опоро окачваща система | REL-1141-DR-015 | К-кт | 4 |
|  | Реконструкция на опори и подвески | REL-1141-DR-016 | К-кт | 4 |
|  | Монтаж на топлинна изолация d50 и d60 WIRED MAT 105 | REL-1141-DR-010; REL-1141-DR-011 | m2 | 107 |
|  | Монтаж на обшивка do.8 | REL-1141-DR-010; REL-1141-DR-011 | m2 | 78 |

# Опис на чертежите

| No. | Наименование | Чертеж No. | Забележка |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Технологична схема | REL-1141-DR-001 |  |
|  | План и разрези | REL-1141-DR-002 |  |
|  | Изометрична схема на основен дренаж | REL-1141-DR-003 |  |
|  | Изометрична схема на допълнителен дренаж | REL-1141-DR-004 |  |
|  | Обработка на дъно сферично Ø406,4 х 10 | REL-1141-DR-005 |  |
|  | Блок дроселиращ | REL-1141-DR-006 |  |
|  | Дюза дроселираща | REL-1141-DR-007 |  |
|  | Перфориран парен щит | REL-1141-DR-008 |  |
|  | Преход за тръба ∅60,3x8,8 към съществуващ щуцер | REL-1141-DR-009-1 |  |
|  | Реконструкция на съществуващ щуцер на ръкавите на ТСП | REL-1141-DR-009-2 |  |
|  | Нова конструкция от ръкавите към тръба ∅60,3x8,8 | REL-1141-DR-009-3 |  |
|  | Щуцер за тръба ∅60,3x8,8 | REL-1141-DR-009-4 |  |
|  | Топлинна изолация на спирателна арматура | REL-1141-DR-010 |  |
|  | Топлинна изолация на тръба Ø60,3 х 8,8 | REL-1141-DR-011 |  |
|  | Укрепващ пръстен за Ø60,3 | REL-1141-DR-012 |  |
|  | Шаблон за обшивката на коляно 90˚, Ø60,3 х 8,8, R=254 | REL-1141-DR-013 |  |
|  | Шаблон за обшивката на коляно 90˚, Ø60,3 х 8,8, R=135 | REL-1141-DR-014 |  |
|  | Подвески | REL-1141-DR-015 |  |
|  | Реконструкция на опори и подвески | REL-1141-DR-016 |  |
|  | Спецификация на материалите | REL-1141-DR-017 |  |

# Приложение 1. Предварителна процедура за заваряване

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | |  | | | | | | | | **ПРЕДВАРИТЕЛНА СПЕЦИФИКАЦИЯ НА ЗАВАРЪЧНА ПРОЦЕДУРА (pWPS)**  **WELDING PROCEDURE PROCEDURE (pWPS)** | | | | | | | | | **Идент.№:** WPS № **Identification No:** | | | | | |
| **Дата: …………………….** | | | | | |
| **Изменение:** | | | | | |
| Произведено от**:**  Manufactured by: | | | | | | | | | | | Протокол (WPAR):  Report (WPAR) | | | | | | | | | Стандарт**: БДС EN** | | | | | |
| Заваръчен процес:  Welding process: | | | | | **1** |  | | | | | **2** |  | | | | |  | | | | | | | | |
| Вид защитен газ:  Type of protection gas: | | | | |  | | | | |  | | | | |
| Колебателни движения:  Width of oscilation: | | | | |  | | | | |  | | | | |
| Положение на заваряване:  Type of welding: | | | | | | | | |  | | | | | | | | Подготовка на съединението (Specific Joint Details) | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | |
| Вид съединение:  (Type of connection): | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Подготовка на съединението:  Connection preparation: | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Метод на почистване:  (Type of cleaning): | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Обратна защита:  (Back protection:) | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Вид на подложката:  (Retainer material): | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Вид изпълнение:  (Type of execution): | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Зачистване на корена:  (Root cleaning:) | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Класификация на електрода/тела  Classification of electrode/rod: | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Допълнителни материали  Consumable | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Изсушаване на електрода/флюса:  Electrode/flux treatment: | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Волфрамов електрод:  (Tungsten electrode:) | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Отстояние (мм):(Distance (mm):) | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Диаметър на дюзата:  (Nozzle diameter:) | | | | | | | | |  | | | | | | | |
| Основен метал /Basic metal/: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Част  Part | | Група по:  Group of: | | | | | | | | | | | | Дебелина (мм)  Thickness (mm) | | Обхват на валидност на дебелина (мм)  Thickness Range (mm) | | | | | Диаметър мм)  Diameter (mm) | | | Обхват на валидност по диаметър (мм)  Diameter Range (mm) | |
| БДС EN | | | | | БДС EN | |
| **1** | |  | | | | | | | | | | | |  | |  | | | | |  | | |  | |
| **2** | |  | | | | | | | | | | | |  | |  | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Заваръчни параметри:(Welding parameters:)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № на слоя/ проход  No. of welding deposi-tion | Диаметър  (мм)  Diameter  (mm) | | | Заваръчен процес  Welding  process | | | | Скорост на телоподаване  (м/мин)  Speed of rod supply  (m/min) | | Заваръчен ток  (А)  Welding current  (A) | | | Напрежение  (V)  Voltage  (V) | | Полярност  Polarity  “+” обратна (negative)  “-“ права (positive) | | | Скорост на заваряване  (мм/мин)  Welding speed rate  (mm/min) | Дължина на шева (за електрод) (мм)  Welding seam length  (per electrode)  (mm) | | | | Разход на газ (л/мин)  Gas consumption rate  (l/min) | | Линейна енергия  (kJ/mm)  Linear energy  (kJ/mm) |
|  |  | | |  | | | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | | |  | |  |
|  |  | | |  | | | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | | |  | |  |
|  |  | | |  | | | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | | |  | |  |
|  |  | | |  | | | |  | |  | | |  | |  | | |  |  | | | |  | |  |
| **Предварителна термообработка**:  (Preliminary thermal pretreatment:) | | | | | | | | | | | | | | | **Последваща термообработка**:  **(**Successive thermal treatment): | | | | | | | | | | |
| Предварителна температура min(Со)  Preliminary temperature min (Со) | | | | | | | Температура на междинния слой max (Со)  Temperature of intermediate deposition max (Со) | | | | | | | | Минимална температура (Со)  Minimum temperature (Со) | | | | | | | Максимална температура (Со)  Maximum temperature (Со) | | | |
| Предварителна температура mах(Со)Preliminary temperature max (Со) | | | | | | | | | | | | | | | Време на задържане (мин/мм)/ Retention time (min/mm): | | | | | | | | | | |
| Приложена допълнителна информация:  Attached additional information: | | | | | | | | | | | | Разработил: (Developed by): | | | | | | | | | | | | | |
| Проверил ( Checked by) | | | | | | | | | | | | | |
| Съгласувал ( Approved by) | | | | | | | | | | | | | |
| Утвърдил (Endorsed by) | | | | | | | | | | | | | |