Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Балтийский государственный технический университет

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

**ОТЧЕТ**

**О НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

по теме:

Проверочный прочностной расчет

конструкции механизма разворота

блока балластной нагрузки

Руководитель: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

подпись

\_\_канд. техн. наук, доцент\_\_ \_\_\_\_\_\_\_Евстафьев В.А.\_\_\_\_

ученая степень, ученое звание Фамилия И.О.

« 20 » мая 2018 г.

Магистрант: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Буксар М.Ю.\_\_\_\_\_\_

подпись Фамилия И.О.

« 20 » мая 2018 г.

Санкт-Петербург

2018 г.

**Содержание**

Введение…………………………………………………………………...………....3

1. Перегрузки, действующие на конструкцию на различных этапах эксплуатации………………………………………………………………………....4

2. Расчетная модель конструкции МР ББН.……………………..…………………8

3. Результаты расчета………………………………………………………..……..10

Заключение………………………………………………………………………….12

Список использованных источников……………………………………………...13

Приложение А………………………………………………………………………14

**Введение**

Темой научно-исследовательской работы является проверочный прочностной расчет конструкции механизма разворота (МР) блока балластной нагрузки (ББН) космического аппарата (КА).

КА с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ) несет на борту полезную нагрузку, потребляющую энергию, вырабатываемую ЯЭУ. Однако в то время, когда полезная нагрузка не задействована, требуется «сбрасывать» потребляемую от ЯЭУ электрическую мощность.

ББН КА предназначен для утилизации избыточной электроэнергии, вырабатываемой ЯЭУ, преобразовывая ее в тепловую и сбрасывая в космическое пространство. ББН требуется разместить на некотором удалении от КА с целью уменьшения воздействия высокой температуры на конструкцию и системы КА, для чего служит МР ББН.

1. **Перегрузки, действующие на конструкцию на различных этапах эксплуатации**

Конструкция МР ББН описана в работе [1]. В данной работе рассматривается конструкция МР ББН в транспортном положении, что соответствует различным этапам эксплуатации до приведения в рабочее положение (рисунок 1)[1].

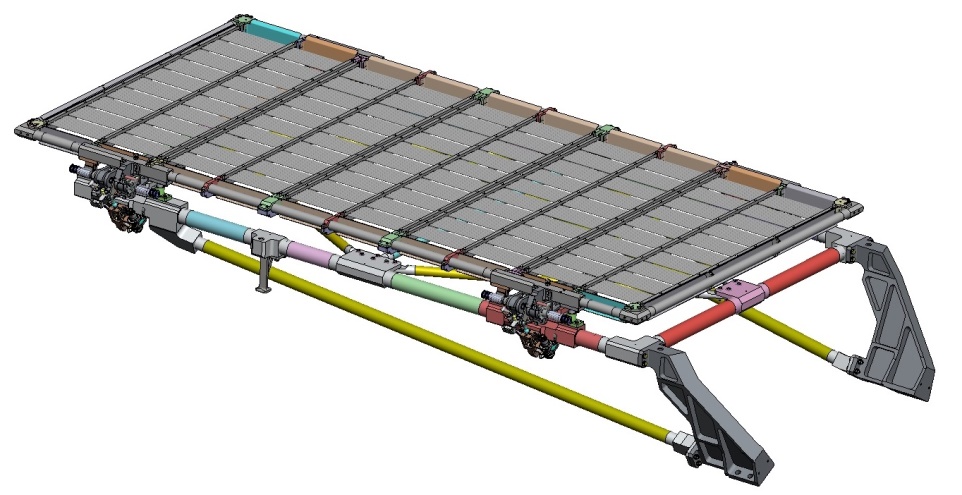


Рисунок 1 – Конструкция МР ББН

C целью проверки способности конструкции МР ББН воспринимать действующие на нее нагрузки на различных этапах эксплуатации до приведения в рабочее положение, необходимо провести проверочный прочностной расчет.

При проведении проверочного прочностного расчета используются данные о перегрузках, действующих на КА на этапе наземной эксплуатации и на участке выведения на рабочую орбиту. Величины перегрузок указаны в таблицах 1 – 4.

Таблица 1 – Перегрузки, действующие при транспортировке автомобильным транспортом

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *n*x | *n*y | *n*z |
| ±2 | 1±2 | ±1,25 |

Таблица 2 – Перегрузки, действующие при транспортировке авиационным транспортом

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *n*x | *n*y | *n*z |
| 1,55 | 3,2 | - |
| -0,6 | 3,55 | - |
| - | 4,0 | - |
| - | 3,07 | 0,67 |
| 2,3 | -2,0 | ±1,5 |
| -1,5 |

Таблица 3 – Перегрузки, действующие на этапе наземной эксплуатации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *n*x | *n*y | *n*z |
| Такелажные работы | ±0,2 | 1,0±0,2 | ±0,2 |
| Такелажные работы в пределах ЭО на заводе-изготовителе | ±1,0 | 1,0±1,0 | ±0,4 |
| Такелажные работы в ЭО | ±0,2 | 1,0±0,3 | ±0,2 |
| Транспортирование в ЭО в составе РН | ±0,5 | 1,0±0,2 | ±0,1 |
| Вертикализация РН при установке на стартовом столе | от ±0,2  до 1,0±0,2 | от 1,0±0,2  до ±0,2 | ±0,2 |

Таблица 4 – Перегрузки, действующие на КА на участке выведения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *n*x | *n*y | *n*z |
| *q*max | 1,8 | ±1 | ±1 |
| *I* ст. | 4,5 | ±0,2 | ±0,2 |
| *II* ст. | 2,8 | ±0,15 | ±0,15 |
| *III* ст. | 1,2 | ±0,3 | ±0,3 |

Т.к. перегрузки, действующие на конструкцию на различных этапах эксплуатации, могут иметь одинаковые значения, на основе таблиц 1-4 составлена расчетная таблица перегрузок, действующих на конструкцию на различных этапах эксплуатации (таблица 5).

С целью получения гарантии того, что во время эксплуатации конструкции не будет получено предельное значение нагрузок, приводящее к разрушению конструкции, для расчета вводится коэффициент запаса *f*=1,4 [3].

Таблица 5 – Расчетные случаи эксплуатационных перегрузок

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *n*x | *n*y | *n*z | *a*x,  м/c | *a*y,  м/c | *a*z,  м/c |
| Транспортировка авиационным транспортом | | | | | |
| 1,55 | 3,2 | 0 | 21,288 | 43,949 | 0,000 |
| -0,6 | 3,55 | 0 | -8,240 | 48,756 | 0,000 |
| 0 | 4 | 0 | 0,000 | 54,936 | 0,000 |
| 0 | 3,07 | 0,67 | 0,000 | 42,163 | 9,202 |
| 2,3 | -2 | 1,5 | 31,588 | -27,468 | 20,601 |
| 2,3 | -2 | -1,5 | 31,588 | -27,468 | -20,601 |
| -1,5 | -2 | 1,5 | -20,601 | -27,468 | 20,601 |
| -1,5 | -2 | -1,5 | -20,601 | -27,468 | -20,601 |
| Транспортировка автомобильным транспортом | | | | | |
| 2 | 3 | 1,25 | 27,468 | 41,202 | 17,168 |
| 2 | 3 | -1,25 | 27,468 | 41,202 | -17,168 |
| -2 | 3 | 1,25 | -27,468 | 41,202 | 17,168 |
| -2 | 3 | -1,25 | -27,468 | 41,202 | -17,168 |
| Этап наземной эксплуатации | | | | | |
| 1 | 2 | 0,4 | 13,734 | 27,468 | 5,494 |
| 1 | 2 | -0,4 | 13,734 | 27,468 | -5,494 |
| 1 | 0 | 0,4 | 13,734 | 0,000 | 5,494 |
| 1 | 0 | -0,4 | 13,734 | 0,000 | -5,494 |
| -1 | 2 | 0,4 | -13,734 | 27,468 | 5,494 |
| -1 | 2 | -0,4 | -13,734 | 27,468 | -5,494 |
| -1 | 0 | 0,4 | -13,734 | 0,000 | 5,494 |
| -1 | 0 | -0,4 | -13,734 | 0,000 | -5,494 |
| Перегрузки, действующие на участке выведения | | | | | |
| 1,8 | 1 | 1 | 24,721 | 13,734 | 13,734 |
| 1,8 | 1 | -1 | 24,721 | 13,734 | -13,734 |
| 1,8 | -1 | 1 | 24,721 | -13,734 | 13,734 |
| 1,8 | -1 | -1 | 24,721 | -13,734 | -13,734 |
| 4,5 | 0,2 | 0,2 | 61,803 | 2,747 | 2,747 |
| 4,5 | 0,2 | -0,2 | 61,803 | 2,747 | -2,747 |
| 4,5 | -0,2 | 0,2 | 61,803 | -2,747 | 2,747 |
| 4,5 | -0,2 | -0,2 | 61,803 | -2,747 | -2,747 |

Элементами, воспринимающими нагрузки на различных этапах эксплуатации, являются кронштейны (1.3), упоры, установленные на каркасе (1) и раме ББН (2), и штанги (1.2) [1]. При анализе результатов расчета требуется уделить внимание напряжениям и деформациям, возникающим в данных узлах и элементах [1].

**2. Расчетная модель конструкции МР ББН.**

Расчетная модель получена на основе модели конструкции МР ББН и является ее упрощением. Для получения расчетной модели из разработанной конструкции необходимо исключить:

- крепежные изделия, а именно: болты, винты, штифты, гайки и др.;

- датчики;

- пружины, подшипники, втулки, защелки

- пружинные толкатели в узлах зачековки;

- экраны, отражающие излучение нагревателей;

- крепежные отверстия.

Рама ББН заменяется упрощенной моделью, учитывающей распределение массы. Фитинги и трубы объединяются в монолитный каркас.

Трубы каркаса заменяются балочными моделями, т.к. не являются наиболее нагруженными элементами конструкции.

Расчет проводится с помощью системы конечно-элементного анализа *ANSYS*. в модуле *Static Structural*.

При создании расчетной модели использовались следующие настройки, допущения и ограничения:

1. Задана локальная система координат, связанная с геометрией модели.
2. На поверхностях кронштейнов (1.3) задано ограничение – две зафиксированные опоры *Fixed Support*. На ограничителях перемещений (3) задано ограничение перемещений *Displacement*. Перемещения вдоль оси *X* не ограничены, перемещения вдоль осей *Y* и *Z* равны 0.
3. Расчетные перегрузки задаются на основе таблицы 5 с учетом коэффициента безопасности *f* = 1,4, с помощью ускорений *Acceleration*.
4. Для построения расчетной сетки используются методы:

*Tetrahedrons Patch Conforming* – для кронштейнов, ограничителей перемещений 3 и фитингов. Элементы сетки представляют собой тетраэдры. [6]

*Sweep* – для тел вращения (трубы). Элементы сетки представляют собой призмы [6].

1. Сгущение сетки *Relevance* не используется, т.к. на наиболее нагруженных элементах указаны предельные размеры конечных элементов с помощью функции *Sizing*.
2. В упорах, штангах (1.2), кронштейнах (1.3) и ограничителях перемещений (3) задается сгущение сетки с помощью функции *Sizing* [6].
3. В упорах задаются типы контактов *General*, ограничивающие перемещения по осям координат. Для каждой пары упоров устанавливаются ограничения по перемещениям (продольные – поперечные).
4. Трением в упорах пренебрегаем.

На рисунке 2 показана расчетная модель каркаса МР ББН со всеми расчетными условиями и ограничениями.

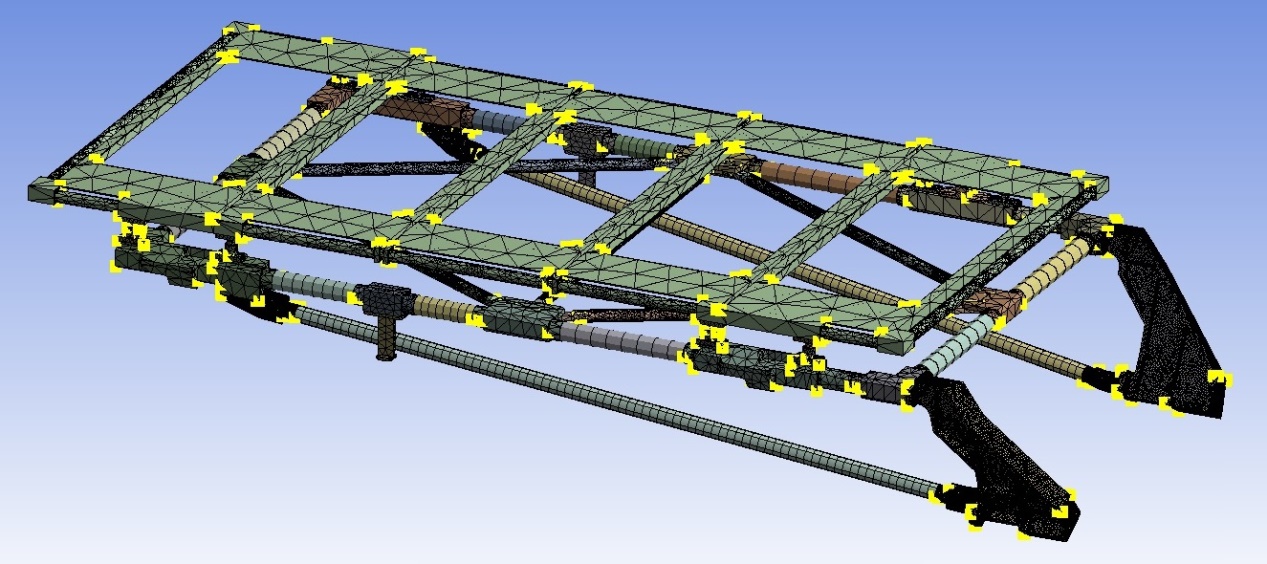


Рисунок 2 – Расчетная модель МР ББН

**3 Результаты расчета**

Результаты проверочного расчета МР ББН на прочность представлены в приложении А. В приложении А показаны максимальные значения напряжений и перемещений в наиболее нагруженных элементах конструкции на различных этапах эксплуатации. Напряженно-деформированное состояние конструкции МР ББН показано на рисунке 3.

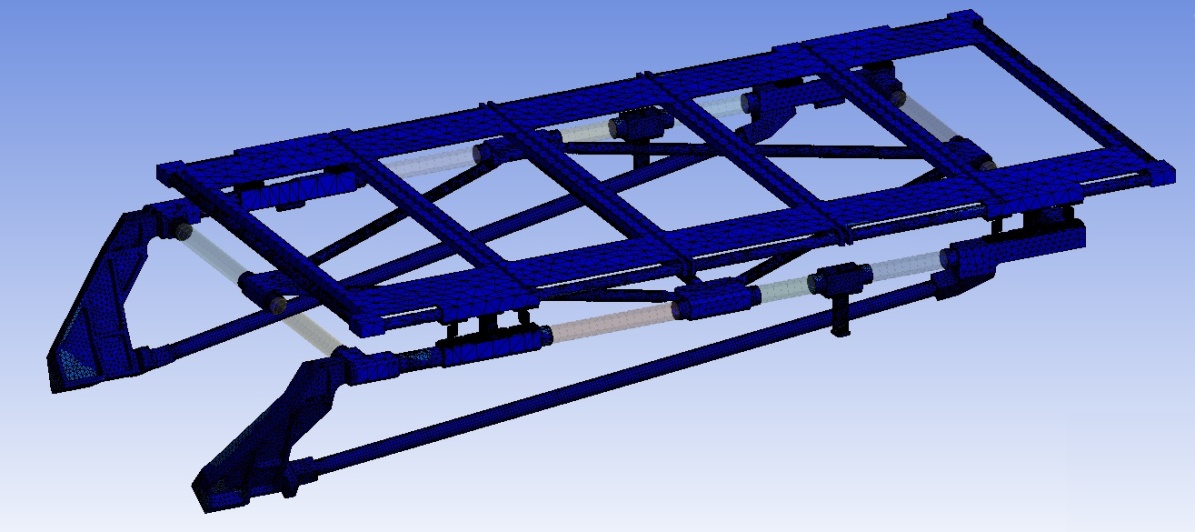


Рисунок 3 – Напряженно – деформированное состояние конструкции МР ББН

На основании результатов расчета были сделаны следующие выводы:

1. Напряжения, возникающие в кронштейнах (1.3), упорах и штангах (1.2 не превышают пределов текучести материалов, из которых изготовлены данные узлы.
2. Наиболее опасным с точки зрения нагружения конструкции является случай максимальной продольной перегрузки.
3. Конструкция МР ББН может быть оптимизирована с целью улучшения массогабаритных характеристик. Могут быть оптимизированы следующие элементы конструкции:

- кронштейны каркаса МР ББН;

- каркас МР ББН;

- упоры каркаса МР ББН.

На рисунке 4 показаны напряжения, возникающие в кронштейнах и упорах МР ББН. Значения напряжений показаны в приложении А.

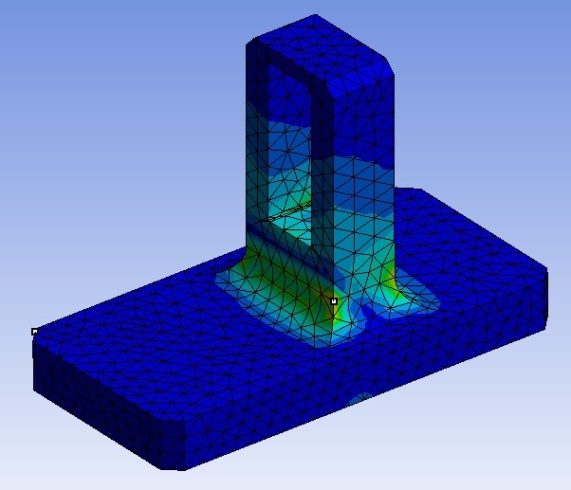
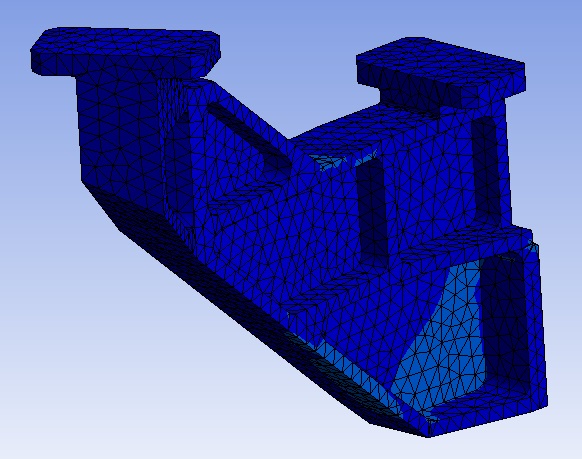


Рисунок 4 – Напряжения в упорах и кронштейнах МР ББН

**Заключение**

В ходе выполнения работы была проведен проверочный расчет конструкции МР ББН КА с ЯЭУ. Конструкция МР ББН выдерживает нагрузки, действующие на нее на различных этапах эксплуатации.

В целом, задачи, поставленные в работе, выполнены. Полученные результаты позволяют использовать данную конструкцию на следующих этапах проектирования.

**Список использованных источников**

1. Молодежь. Техника. Космос: Материалы XОбщероссийской молодежной науч.-техн. Конф. /Балт. Гос. Техн. Ун-т. – СПб., БГТУ «Военмех», Изд-во «Инфо-Да», 2018. – 68 с. (Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 44).
2. Теория проектирования сложных технических систем космического базирования: учебник / М.К. Сапего, Н.А. Тестоедов, В.А. Бабук, В.П. Белов, Л.С. Бурылов, А.В. Романов. – СПб.: ФГУП «КБ «Арсенал» имени М.В. Фрунзе», Балт. гос. техн. ун-т «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, СПб отделение Академии космонавтики РФ им. К.Э. Циолковского, ОАО «ИСС» им. М.Ф.Решетнева,2012. – 560 с.: ил.
3. Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: Учебник для студентов втузов / Б.В. Грабин, О.И. Давыдов, В.И. Жихарев и др.; Под ред. В.П. Мишина, В.К. Карраска. – М.: Машиностроение, 1991. – 416 с.: ил.
4. Акимов В.Н., Коротеев А.С. Ядерная космическая энергетика: вчера, сегодня, завтра. // «Современная наука». М.: Изд-во ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша», 2011.В.№2. 77 с.
5. Атамасов В.Д., Бабук В.А., Немыкин С.А., Романов А.В., Соколов Ю.А., Устинов А.Н. Ядерные орбитальные комплексы /Под ред. В.Д. Атамасова - СПБ.: ФГУП «Конструкторское бюро «Арсенал» им. М.В. Фрунзе», Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербургское отделение Академии космонавтики Российской Федерации им. К.Э. Циолковского, НИИ космических систем им. генерала А.А. Максимова, 2016.- 800 с., ил., цв. вкл.
6. Основы работы в ПК ANSYS 16.0 / С.А. Вальгер, М.Н. Данилов, Ю.В. Захарова, Н.Н. Федорова; Новосиб. Гос. Архитектур.-строит. Ун-т (Сибстрин). – Новосибирск 6 НГАСУ (Сибстрин), 2015. – 240 с.

**Приложение А Результаты проверочного прочностного расчета**

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | | | | | | Результаты расчета | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Кронштейны (1.3) | | | | | | | | | | Упоры | | | | | | | | | | Трубы штанг (1.2) | | | | | | | | | |
| *n*x | *n*y | | | *n*z | | σmax/ σmin, МПа | | Δmax/ Δmin,  мм | | Δ*x*max/ Δ*x*min, мм | | Δ*y*max/ Δ*y*min, мм | | Δ*z*max/ Δ*z*min, мм | | σmax/ σmin, МПа | | Δmax/ Δmin,  мм | | Δ*x*max/ Δ*x*min, мм | | Δ*y*max/ Δ*y*min, мм | | Δ*z*max/ Δ*z*min, мм | | σmax/ σmin, МПа | | Δmax/ Δmin,  мм | | Δ*x*max/ Δ*x*min, мм | | Δ*y*max/ Δ*y*min, мм | | Δ*z*max/ Δ*z*min, мм | |
| Транспортировка авиационным транспортом | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,55 | 3,2 | | | 0 | | 20,56 | | 0,62 | | 0,05 | | 0,03 | | 0,17 | | 143,9 | | 0,82 | | -0,22 | | -0,37 | | -0,017 | | 10,28 | | 0,62 | | 0,11 | | 0,04 | | -0,01 | |
| 0 | | 0 | | -0,33 | | -0,51 | | -0,03 | | 20,56 | | 1,04 | | -0,49 | | -1,42 | | -0,05 | | 0 | | 0 | | -0,17 | | -0,58 | | -0,069 | |
| Транспортировка автомобильным транспортом | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | 3 | | 1,25 | | 42,98 | | 0,84 | | 0,016 | | 0,08 | | 0,029 | | 200,54 | | 2,1 | | -0,15 | | -0,75 | | -0,46 | | 28,65 | | 0,84 | | 0,132 | | 0,08 | | -0,03 | |
| 0 | | 0 | | -0,27 | | -0,54 | | -0,35 | | 0 | | 0,63 | | -0,57 | | -1,58 | | -0,58 | | 0 | | 0 | | -0,2 | | -0,75 | | -0,24 | |
| Перегрузки, действующие на этапе наземной эксплуатации | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | | 0,4 | | 15,79 | | 0,39 | | 0,06 | | 0,009 | | 0,144 | | 110,38 | | 0,92 | | -0,1 | | -0,23 | | 0,52 | | 15,72 | | 0,39 | | 0,08 | | 0,009 | | 0,08 | |
| 0 | | 0 | | -0,21 | | -0,035 | | -0,17 | | 0 | | 0 | | -0,31 | | -0,94 | | 0,01 | | 0 | | 0 | | -0,07 | | -0,45 | | -0,17 | |
| 1 | | 2 | | | -0,4 | | 13,68 | | 0,39 | | 0,023 | | 0,069 | | 0,22 | | 95,67 | | 0,65 | | -0,15 | | -0,15 | | 0,37 | | 11,9 | | 0,52 | | 0,06 | | 0,07 | | 0,296 | |
| 0 | | 0 | | -0,22 | | -0,26 | | 0 | | 0 | | 0 | | -0,36 | | -0,59 | | 0,16 | | 0 | | 0 | | -0,05 | | -0,25 | | 0 | |
| -1 | | 2 | | | 0,4 | | 9,98 | | 0,94 | | -0,02 | | -0,34 | | 0,32 | | 45,63 | | 0,43 | | -0,02 | | 0,19 | | 0,43 | | 5,56 | | 0,66 | | 0,06 | | 0,01 | | 0,06 | |
| 0 | | 0 | | -0,15 | | -0,96 | | -0,03 | | 0 | | 0 | | -0,08 | | -0,25 | | -0,13 | | 0,8 | | 0 | | -0,04 | | -0,43 | | -0,13 | |
| -1 | | 2 | | | -0,4 | | 11,98 | | 0,35 | | -0,01 | | -0,08 | | 0,28 | | 47,89 | | 0,47 | | -0,05 | | -0,16 | | 0,45 | | 5,98 | | 0,38 | | 0,05 | | -0,01 | | 0,34 | |
| 0 | | 0 | | -0,09 | | -0,16 | | 0,05 | | 5,99 | | 0,28 | | -0,16 | | -0,33 | | 0,17 | | 0 | |  | | -0,01 | | 0,24 | | 0,05 | |
| 1 | | 0 | | | 0,4 | | 7,58 | | 0,15 | | 0,005 | | 0,03 | | 0,015 | | 35,4 | | 0,24 | | -0,04 | | -0,027 | | -0,07 | | 5,05 | | 0,15 | | 0,008 | | 0,02 | | 0,12 | |
| 0 | | 0 | | -0,07 | | -0,06 | | -0,08 | | 5,1 | | 0,16 | | -0,08 | | -0,1 | | -0,13 | | 0 | | 0 | | -0,017 | | -0,11 | | -0,1 | |
| 1 | | 0 | | | -0,4 | | 7,86 | | 0,146 | | 0,007 | | 0,05 | | 0,13 | | 32,0 | | 0,26 | | -0,03 | | 0,07 | | 0,24 | | 5,24 | | 0,14 | | 0,006 | | 0,11 | | 0,15 | |
| 0 | | 0 | | -0,09 | | -0,01 | | -0,01 | | 7,86 | | 0,12 | | -0,089 | | -0,038 | | 0,1 | | 0 | | 0 | | -0,019 | | -0,04 | | -0,01 | |
| -1 | | 0 | | | 0,4 | | 6,62 | | 0,159 | | 0,05 | | 0,09 | | 0,022 | | 30,87 | | 0,265 | | 0,078 | | 0,27 | | -0,15 | | 4,4 | | 0,12 | | 0,025 | | -0,02 | | -0,07 | |
| 0 | | 0 | | -0,01 | | -0,04 | | -0,11 | | 2,2 | | 0,156 | | 0,043 | | 0,08 | | -0,51 | | 0 | | 0 | | 0 | | -0,09 | | -0,195 | |
| -1 | | 0 | | | -0,4 | | 6,55 | | 0,13 | | 0,04 | | 0,09 | | 0,023 | | 45,2 | | 0,26 | | 0,08 | | 0,29 | | 0,11 | | 3,3 | | 0,12 | | 0,02 | | 0,08 | | 0,08 | |
| 0 | | 0 | | -0,01 | | -0,01 | | -0,01 | | 3,5 | | 0,15 | | 0,035 | | 0,13 | | 0,06 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | -0,01 | |

Таблица 6 (продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные | | | Результаты расчета | | | | | | | | | | | | | | |
| Кронштейны (1.3) | | | | | Упоры | | | | | Трубы штанг (1.2) | | | | |
| *n*x | *n*y | *n*z | σmax/ σmin, МПа | Δmax/ Δmin,  мм | Δ*x*max/ Δ*x*min, мм | Δ*y*max/ Δ*y*min, мм | Δ*z*max/ Δ*z*min, мм | σmax/ σmin, МПа | Δmax/ Δmin,  мм | Δ*x*max/ Δ*x*min, мм | Δ*y*max/ Δ*y*min, мм | Δ*z*max/ Δ*z*min, мм | σmax/ σmin, МПа | Δmax/ Δmin,  мм | Δ*x*max/ Δ*x*min, мм | Δ*y*max/ Δ*y*min, мм | Δ*z*max/ Δ*z*min, мм |
| Перегрузки, действующие на участке выведения | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,8 | 1 | 1 | 21,34 | 0,4 | 0,02 | 0,01 | 0,06 | 99,6 | 1,08 | -0,12 | -0,47 | -0,02 | 7,11 | 0,29 | 0,05 | 0,01 | 0,06 |
| 0 | 0 | -0,18 | -0,27 | -0,23 | 0 | 0,58 | -0,26 | -0,94 | -0,27 | 0 | 0 | -0,06 | -0,28 | -0,15 |
| 4,5 | 0,2 | 0,2 | 25 | 0,4 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 127 | 0,69 | -0,23 | -0,25 | 0,22 | 10 | 0,25 | 0,005 | 0,14 | 0,19 |
| 0 | 0 | -0,2 | -0,25 | -0,05 | 15,2 | 0,25 | -0,36 | -0,51 | 0,09 | 0 | 0 | -0,1 | -0,35- | -0,1 |
| 4,5 | 0,2 | -0,2 | 25 | 0,38 | 0,06 | 0,1 | 0,17 | 129,5 | 0,65 | -0,25 | -0,23 | 0,21 | 10 | 0,28 | 0,005 | 0,165 | 0,22 |
| 0 | 0 | -0,25 | -0,18 | -0,05 | 14,7 | 0,23 | -0,34 | -0,51 | 0,08 | 0 | 0 | -0,11 | -0,18 | 0,01 |
| 4,5 | -0,2 | 0,2 | 23 | 0,35 | 0,03 | 0,05 | 0,11 | 125 | 0,69 | -0,16 | -0,22 | 0,21 | 10 | 0,35 | 0,005 | 0,15 | 0,05 |
| 0 | 0 | -0,21 | -0,03 | -0,02 | 16,3 | 0,22 | -0,33 | -0,55 | 0,09 | 0 | 0 | -0,1 | -0,2 | -0,13 |
| 4,5 | -0,2 | -0,2 | 24 | 0,37 | 0,04 | 0,08 | 0,16 | 125,5 | 0,53 | -0,14 | -0,16 | 0,23 | 10 | 0,29 | 0,005 | 0,017 | 0,08 |
| 0 | 0 | -0,18 | -0,16 | -0,07 | 18,5 | 0,24 | -0,32 | -0,55 | 0,12 | 0 | 0 | -0,1 | -0,16 | -0,1 |