5.1 Анализ вредных и опасных факторов на стадиях жизненного цикла изделия

При создании ракетной военной техники эффективность выполнения задач ставится выше, чем соответствие экологическим нормам. Поэтому работа с изделием ракетной военной техники на любой стадии жизненного цикла является потенциально опасной и вредной как для окружающей среды, так и для персонала.

Существует ряд законов, регулирующих отношения и взаимодействие общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду. Среди этих законов следует отметить Федеральный Закон «Об экологической экспертизе», регулирующий отношения в области экологической экспертизы, направленный на сохранение благоприятной окружающей среды посредством предупреждения негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности.

Экологическая экспертиза – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Так на стадии НИР опасные факторы возникают при изучении физических явлений, обосновывающих целесообразность разработки нового изделия. Такими исследованиями может являться разработка и тестирования образцов нового состава ТРТ, проведение испытаний теплозащитных материалов, испытание материалов корпуса. К опасными факторам на этой стадии можно отнести:

− Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух при горении ТТ и при термическом разложении ТЗМ [ГОСТ 12.1.005-88, ГН 2.2.5.3532-18];

− Работа с взрывчатыми веществами [ФНП в области промышленной безопасности №494];

− Наличие открытого пламени при испытании ТЗМ на термопрочность [ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ].

На следующей стадии жизненного цикла изделия ОКР проводятся автономные испытания, включающие в себя отработку воспламенительного устройства, огневые стендовые испытания. Применительно к этим испытаниям можно перечислить следующие опасные факторы:

− Работа с взрывчатыми веществами [ФНП в области промышленной безопасности №494];

− Шумовое воздействие при работе двигателя [СН 2.2.4/2.1.8.562- 96];

− Наличие открытого пламени при работе двигателя [ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ].

В процессе производства РДТТ большинство опасных факторов связанно с технологическими процессами при производстве твердого топлива, так как при создании твердого топлива, приходится иметь дело с большим количеством химически активных компонентов, что влечет за собой большое количество мероприятий по обеспечению безопасной работе персонала.

- Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух, являющиеся производными веществами [ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ Р 58577- 2019, ГН 2.2.5.3532- 18, ГН 2.1.6.3492-17];

− Работа с химически активными веществами [ПОТ Р М-004-97];

− Работа с взрывчатыми веществами [ФНП в области промышленной безопасности №494].

Наиболее опасная с точки зрения воздействия как на окружающую среду, так и на персонал является стадия эксплуатации изделия. При запуске РДТТ, выбрасывается в окружающую среду в качестве продуктов сгорание большое количество парниковых, озоноразрушающих и токсических соединений. Их соотношение сильно зависит от рецептуры заряда твердого топлива, но как правило продукты сгорания РДТТ гораздо опаснее чем продукты сгорания ЖРД. Эксплуатация тактических ракет происходит в таких условиях, что минимизировать ущерб от продуктов сгорания невозможно.

Помимо воздействия продуктов сгорания на окружающую среду, имеется целый ряд опасных факторов для жизни и здоровья персонала осуществляющего эксплуатацию изделия. Так как запуск изделия осуществляется с самоходной пусковой установки, экипаж находится внутри кабины во время пуска, необходимо обеспечить внутри кабины защиту от ударной волны ПС, термического воздействия потока ПС, акустического воздействия РДТТ, опасных ПС находящихся в воздухе в зоне пуска, вибрационного воздействия.

Утилизация РДТТ сопряжена с большим количеством негативных факторов, связанных с необходимостью сжигания твёрдого топлива, разложения корпуса РДТТ и ТЗП, выполненных из различных полимерных материалов:

− Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух, содержащиеся в продуктах дожигания [ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ Р 58577-2019, ГН 2.2.5.3532-18, ГН 2.1.6.3492-17];

− Работа с взрывчатыми веществами [ФНП в области промышленной безопасности №494];

− Наличие открытого пламени [ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ];

− Работа с химически активными веществами [ПОТ Р М-004-97].

5.2. Охрана труда. Звукоизоляция для персонала, занятого в проведении пуска.

При работе РДТТ истекающая струя продуктов сгорания создает интенсивный шум, опасный для здоровья человека. Поэтому при запуске РДТТ требуется предусмотреть мероприятия по защите органов слуха. Запуск РДТТ проводится на стадии испытаний и на стадии эксплуатации. Целью этого расчета является определение необходимости использования средств индивидуальной защиты органов слуха при испытании и эксплуатации изделия. В ходе расчета рассматривается два случая:

1. Запуск РДТТ проходит на испытательном полигоне. Персонал находится в наблюдательной кабине из бетонных блоков на удалении в 200 м от места запуска.
2. Запуск происходит с самоходной пусковой установки. Экипаж находится внутри кабины самоходной установки

Для расчета звуковой мощности струи нужно задаться величинами, полученными в ходе расчета конструкции двигателя:

* Скорость истечения струи из сопла
* Диаметр сопла на срезе
* Общий уровень звуковой мощности струи

Общий уровень звуковой мощности выхлопной струи двигателя следует определять по формуле [1]:

По формуле определим октавные уровни звуковой мощности [1]

где – разность общего и октавного уровней звуковой мощности

шума, которая определяется с помощью числа Струхаля. График распределения разности общего и октавного уровней приведена на рисунке 5.2.1.

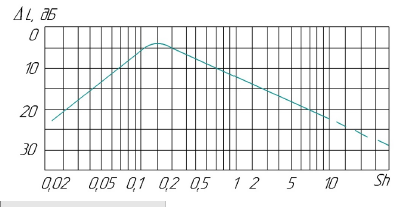


Рисунок 5.2.1 - Зависимость относительного спектра звуковой мощности струи от числа Струхаля

Значение числа Струхаля определяется соотношением:

Далее в таблице 5.2.1 приведены значения числа Струхаля и разности общего и октавного уровней звуковой мощности для основных частот

Таблица 5.2.1 - Зависимость разности уровня звуковой мощности от числа Струхаля

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|  | 0,011 | 0,021 | 0,042 | 0,084 | 0,167 | 0,334 | 0,668 | 1,337 |
|  | 23 | 20 | 15 | 7,5 | 5 | 6,5 | 8,5 | 13 |
| ,дБ | 137 | 140 | 145 | 152.5 | 155 | 153.5 | 151.5 | 147 |

Для дальнейшего расчета нужно задаться допустимым уровнем шума ( в зоне для персонала на местах проведения испытательных пусков при наличии радиосвязи. Ему соответствуют нормы шума на рабочих местах водителей и обсуждающего персонала тракторов, самоходных шасси и др., согласно ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности». Тогда требуемое снижение уровня шума составит:

Таблица 5.2.2 - Требуемые снижения уровней шума и требуемые снижения уровня шума при использовании СИЗ органов слуха .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|  | 137 | 140 | 145 | 152,5 | 155 | 153,5 | 151,5 | 147 |
|  | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 |
|  | 42 | 53 | 63 | 74,5 | 80 | 80,5 | 80,5 | 78 |
|  | 12 | 23 | 33 | 44,5 | 50 | 50,5 | 50,5 | 48 |

Для первого случая, кабина наблюдения за пуском выполнена из железобетонных блоков, имеющих толщину 300 мм и среднюю поверхностную плотность 750 кг/м3

В этом случае уровень снижения шума определяется [2]:

*,*

Где - снижения уровня шума из-за расстояния, – постоянная, зависящая от размеров и формы звукоизолирующей перегородки, – расстояние между кабиной и источником шума, – расстояние замера уровня шума от источника, – поверхностная плотность железобетонной стены.

В таком случае получим снижения уровня шума, приведенные в таблице

Таблица 5.2.3 – Результаты снижения уровня шума для 1 случая

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|  | 99,51 | 105,46 | 111,48 | 117,50 | 123,52 | 129,54 | 135,56 | 141,58 |
|  | 42 | 53 | 63 | 74.5 | 80 | 80.5 | 80.5 | 78 |

Из таблицы 5.2.3 видно, что для каждой частоты выше чем требуемый уровень снижения, значит нормы звукоизоляции будут соблюдены

Для второго случая, экипаж находится в кабине самоходной пусковой установки. Расстояние от источника звука принято равным 2 метрам, а толщина корпуса самоходной установки 10 мм

Из таблицы 5.2.4 видно, что уровень снижения шума ниже, чем требуемый, даже с использованием СИЗ органов слуха. Следовательно, нужно обеспечить кабину самоходной пусковой установки дополнительной звукоизоляцией с уровнем снижения шума.

Таблица 5.2.4. – Результаты снижения уровня шума для 2 случая

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|  | 7,16 | 8,07 | 9,10 | 15,12 | 21,14 | 27,16 | 33,18 | 39,20 |
|  | 42 | 53 | 63 | 74,5 | 80 | 80,5 | 80,5 | 78 |
|  | 12 | 23 | 33 | 44,5 | 50 | 50.5 | 50,5 | 48 |
|  | 4,84 | 14,93 | 23,90 | 29,38 | 28,86 | 23,34 | 17,32 | 8,80 |

Из проведенного расчета можно сделать вывод, что при расположении персонала в наблюдательной кабине на удалении 200 метров при проведении огневых испытаний на полигоне дополнительных мер по защите органов слуха предпринимать не нужно.

Однако в случае пуска ракеты на стадии эксплуатации требуемое снижение шума не достигается внутри кабины экипажа, даже с использованием СИЗ органов слуха. Поэтому для обеспечения условий работы экипажа необходимо обеспечить кабину самоходной пусковой установки дополнительными мерами для снижения уровня шума. Потребный уровень звукоизоляции можно обеспечить использованием специальных звукоизоляционных материалов внутри кабины, а также организации герметичности внутри кабины экипажа. Более того, если член экипажа, в нарушение правил охраны труда, окажется во время пуска ракеты без СИЗ органов слуха, дополнительная звукоизоляция кабины экипажа позволит избежать серьезных травм органов слуха и обеспечит дальнейшую боеспособность экипажа.

Список литературы

1. Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом / Н. И. Иванов, Москва: Логос, 2016. 424 c.
2. Л.Г. Осипов. Звукоизоляция и звукопоглощение: Учебное пособие для студентов ВУЗов / Л.Г Осипов , В.Н. Бобылев, Л.А Борисов [и др.]; Под ред. Г. Л. Осипова, В.Н. Бобылева. – М.: ООО « Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2004. - 450с