



Рисунок 1 –Товарный знак для РУП «Слуцкие пояса»

Проект выполнен с применением современных приемов визуализации, у него «классический» дизайн и актуальный образ.

©БНТУ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Е.П. ЛЕБЕДЕВ, И.А. ВЕРЕНИЧ

The mathematical modeling of the Laval nozzle

Ключевые слова: корреляционно-регрессионный анализ, сопло Лаваля

Сопло Лаваля это газовый канал особого профиля, разгоняющий проходящий по нему газовый поток до сверхзвуковых скоростей. Существующие методики расчётов дают достаточно точный результат, но требуют больших затрат времени и сил. Авторами сделана попытка смоделировать некоторые ключевые зависимости.

В качестве инструмента моделирования применен корреляционно-регрессионный анализ. Исследования основывались на данных, полученных по известным методикам.

В результате исследования авторами были получены следующие зависимости:

1) для сопла в целом

- Распределение профиля расчётного сопла

$$d = 0.183 \cdot l^2 - 0.156 \cdot l + 0.226, \quad R^2 = 0.814.$$

- Изменение площади поперечного сечения по длине сопла

$$S = -0.1047 \cdot l^3 + 0.1283 \cdot l^2 - 0.1215 \cdot l + 0.042, \quad R^2 = 0.9309.$$

- Изменение числа Маха по длине сопла

$$M = -6.6273 \cdot l^3 + 11.102 \cdot l^2 - 2.3595 \cdot l + 0.2473, \quad R^2 = 0.9907.$$

- Зависимость для давления P_i

$$P = 0.2494 \cdot l^{-1.849}, \quad R^2 = 0.9507.$$

- Распределение температуры T_i по длине сопла

$$T = 2254.8 \cdot l^3 - 3637 \cdot l^2 + 849.21 \cdot l + 1098.8, \quad R^2 = 0.9784.$$

- Зависимость газодинамической функции $p(d)$

$$\pi = 103.34 \cdot d^3 - 127.75 \cdot d^2 + 51.989 \cdot d - 5.9957, \quad R^2 = 0.953.$$

Принято: d , м; S , м²; P , МПа; T , К; l , м.

2) Для сверхзвуковой части сопла получены зависимости:

- Зависимость газодинамической функции $p(l)$

$$\pi = -5.2815 \cdot l^3 + 5.6074 \cdot l^2 - 2.1867 \cdot l + 0.4608, \quad R^2 = 0.9953.$$

- Зависимость для диаметра выходного сечения

$$d_2 = 0.1739 \cdot l + 0.2452, \quad R^2 = 1.$$

Зависимость диаметра выходного сечения от критического диаметра

$$d_2 = -899548 \cdot d_{кр}^3 + 668715 \cdot d_{кр}^2 - 165702 \cdot d_{кр} + 13686, \quad R^2 = 0.8891.$$

Приведенные модели хорошо описывают данные эксперимента и рекомендуются для практического использования.

Авторами были построены многофакторные модели для ряда факторов.

Уравнение регрессии для всей длины сопла:

$$S = 0.38 \cdot d^{1.69} \cdot M^{-0.38} \cdot P^{-0.41}$$

Где d -диаметр входного сечения (м), M -число Маха, P -давление (МПа).

Коэффициент множественной корреляции $R=0.969$. Критерий Фишера $F=26$.

Для сверхзвуковой части сопла $d_{кр} = 0.282 \cdot d^{0.06} \cdot \pi^{0.09} \cdot l^{0.02}$

Где $d_{кр}$ -критический диаметр сопла (м), l -длина сверхзвуковой части сопла, $R=0.921$.

©ВА РБ

ОБНАРУЖЕНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ПРЕДЕЛЬНО МАЛЫХ ВЫСОТАХ ЗА ГОРИЗОНТОМ ЗЕМЛИ

А.Ю. ЛИПЛЯНИН, И.А. ИВАЩЕНКО

At this work set out results [electromagnetic interaction](#) underlying surface Earth with aircraft, at nap-of-the-earth, as well as possibility use appear electromagnetic radiation for radiolocation low-flying mechanism [hull down](#) Earth

Ключевые слова: низколетящий летательный аппарат, радиолокация, обнаружение за горизонтом Земли, крылатая ракета, эквивалентный колебательный контур

1. ВВЕДЕНИЕ

Итоги последних войн [1, 2] говорят о том, что в начале боевых действий противник стремится поразить комплексы противовоздушной обороны (ПВО) стационарного базирования. Мобильные комплексы, имеют преимущество по скрытности первоначального размещения, но и их положение может быть установлено радиоэлектронной разведкой противника. Поэтому важную роль приобретают нетрадиционные, неожиданные методы локации целей, в первую очередь тех, которые в силу естественных причин не могут быть обнаружены наземными средствами обнаружения ПВО [3]. К таким целям относятся низколетящие летательные аппараты (НЛА) за горизонтом Земли (ГЗ), в частности, крылатые ракеты (КР), активно используемые в последних войнах войсками НАТО.

Таким образом, актуальность задачи повышения эффективности ПВО от удара НЛА требует исследования и разработки возможных нетрадиционных методов локации НЛА [3], основанных, в частности, на использовании явлений, являющихся результатом взаимодействия летательного аппарата (ЛА) с окружающей средой – атмосферой и поверхностью Земли (ПЗ).

В [4] впервые предложен альтернативный метод обнаружения низколетящих целей за ГЗ радиолокационными средствами наземного базирования, основанный на электродинамической модели взаимодействия НЛА с ПЗ в виде эквивалентного колебательного контура (ЭКК). Переизлучение ЭКК падающих на него электромагнитных волн (ЭМВ) с частотами в полосе частот ЭКК, который, как показали исследования, лежит в области единиц мегагерц и ниже, обеспечивает возможность радиолокации НЛА. Волны указанных диапазонов способны распространяться за ГЗ за счет отражения от ионосферы и явления дифракции. Это создает предпосылки для использования этого излучения для локации НЛА за ГЗ. На основе модели ЭКК разработаны способы обнаружения [5] и определения характеристик и параметров движения НЛА: дальности [6], курсового угла [7], радиальной скорости [8].

Цель работы – определить границы применимости модели ЭКК, а также исследовать электромагнитное взаимодействие с поверхностью Земли ЛА, летящего на предельно малой высоте, и возможности использования возникающего при этом электромагнитного излучения (ЭМИ) для радиолокации НЛА за ГЗ.

2. ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ ЗЕМЛИ

В основу исследований взаимодействия с поверхностью Земли ЛА, движущегося на предельно малой высоте, положена модель эквивалентной двухпроводной линии (ЭДЛ) [9, 10].

Модель ЭДЛ шире модели ЭКК. Она включает в себя перемещение по корпусу НЛА заряда, индуцированного неровностями ПЗ и искусственными и естественными источниками. В модели ЭДЛ электрические характеристики являются распределенными, влияние длины НЛА является более существенным, чем в модели ЭКК. Кроме того, электрический ток в двухпроводной линии существует и в отсутствии нескомпенсированного заряда на ней.