

ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОГО СУДНА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОВ НА ВНЕШНИХ ПОДВЕСКАХ

В.Ю. СМИРНОВ

Проведён анализ аэродинамической интерференции воздушного судна и крупногабаритных грузов, размещенных на агрегатах внешней подвески. Приведены результаты расчётов, полученных с помощью разработанной автором модели, и их сравнение с экспериментальными данными. Показано, что аэродинамическая интерференция в системе «воздушное судно – крупногабаритный груз» приводит к изменению не только суммарных аэродинамических характеристик груза, но и к изменению аэродинамических характеристик отдельных элементов груза.

Существенными факторами, влияющими на показатели эффективности и безопасности применения воздушных судов являются аэродинамические нагрузки, действующие в полете на воздушное судно и грузы, размещенные на агрегатах внешней подвески, то есть на систему «воздушное судно – крупногабаритный груз» и ее элементы.

Исследования, проведенные многочисленными авторами, показывают, что при транспортировке на внешней подвеске, а также на начальном участке полета после отделения при десантировании, груз находится в условиях так называемой аэродинамической интерференции с воздушным судном. Действие этого фактора приводит к существенному изменению как распределенных, так и суммарных аэродинамических нагрузок, действующих на груз, размещенный на агрегатах внешней подвески [1].

Постоянное расширение диапазона условий полета воздушных судов, при которых осуществляется десантирование крупногабаритных грузов, сталкивается с рядом проблем, основными из которых являются обеспечение безопасности воздушного судна при отделении груза и движение груза по траектории, близкой к заданной, с целью достижения максимальной эффективности десантирования.

На начальном участке траектории движения отделяемого груза на него действуют значительные дополнительные силы и моменты, возникновение которых обусловлено влиянием воздушного судна. Когда относительная скорость отделившегося груза и воздушного судна мала и груз движется некоторое время в непосредственной близости от воздушного судна, действующие на груз интерференционные силы и моменты могут вызвать значительные колебания груза относительно его центра масс и существенно изменить траекторию его движения.

Величины сил и моментов интерференции при некоторых режимах отделения грузов, например, при пуске управляемых авиационных ракет, иногда оказываются настолько значительными, что эффективности рулей ракеты (или быстродействия) оказывается недостаточно для парирования этих сил и моментов. Появляется опасность столкновения ракеты с носителем, а также возможность потери цели системой наведения авиационной ракеты или превышения ракетой предельно допустимых углов атаки.

Кроме того, при подвеске крупногабаритных грузов под воздушным судном аэродинамические нагрузки на отдельные элементы груза, узлы крепления и агрегат подвески в совместном полете могут значительно превышать нагрузки в свободном полете.

Обеспечение условий безопасности приводит к необходимости наложения целого ряда ограничений на режимы отделения, таких как скорость, перегрузка, углы атаки и скольжения воздушного судна, интервалы между отделением грузов. Степень этих нежелательных ограничений будет напрямую определяться техническим совершенством системы «воздушное судно – крупногабаритный груз».

Одной из существенных особенностей системы «воздушное судно – крупногабаритный груз» является то, что изменяются не только суммарные аэродинамические характеристики груза, но и аэродинамические характеристики рулевых поверхностей, если такие имеются у грузов, например, аэродинамические характеристики рулевых поверхностей управляемых авиационных ракет.

На рисунках 1 - 16 представлены результаты расчетов, полученных с помощью разработанной автором модели [2, 3], аэродинамических нагрузок, действующих на рулевые поверхности управляемой авиационной ракеты Р-60 в изолированном полете и под самолетом-носителем МиГ-21, а также данные экспериментов, приведённые для сравнения.

На рисунке 1 показана нумерация консолей управляемой авиационной ракеты Р-60 и положительные направления нагрузки к ним, соответствующие рисункам 2 - 11. На рисунках 2, 3 изображены нагрузки на консоли управляемой авиационной ракеты Р-60 в изолированном полете при различных числах Маха. На рисунках 4 - 11 показаны нагрузки на консоли управляемой авиационной ракеты Р-60 под самолетом-носителем МиГ-21 при различных числах Маха ($M=0,7$ и $M=1,7$) и различных положениях ракеты относительно консоли крыла самолета-носителя, а именно штатном транспортировочном и сдвинутом вперед к носу самолета на 1,5 м.

На рисунке 12 изображена схема размещения ракет Р-60 на 3-х позиционном авиационном пусковом устройстве под самолетом-носителем МиГ-21, а также нумерация консолей каждой из них и положительные направления нагрузки на консоли, соответствующие рисункам 13 - 16. На рисунке 13 изображены нагрузки на консоли внешней ракеты, а на рисунке 14 нагрузки на консоли внутренней ракеты. На рисунке 15 показаны нагрузки на консоли нижней ракеты в штатном

транспортировочном положении, а на рисунке 16 нагрузки при сдвиге ракеты вперед к носу самолета на 1,5 м.

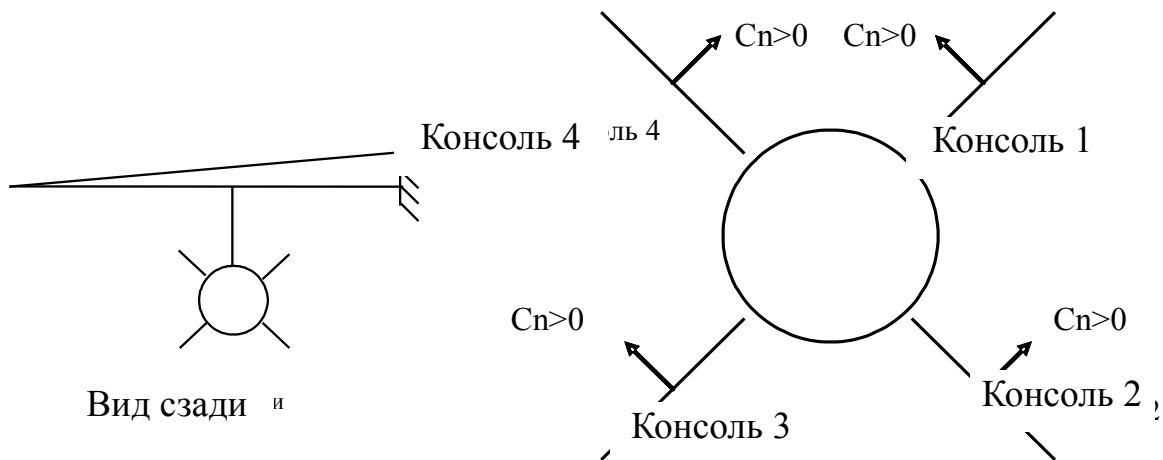


Рисунок 1.

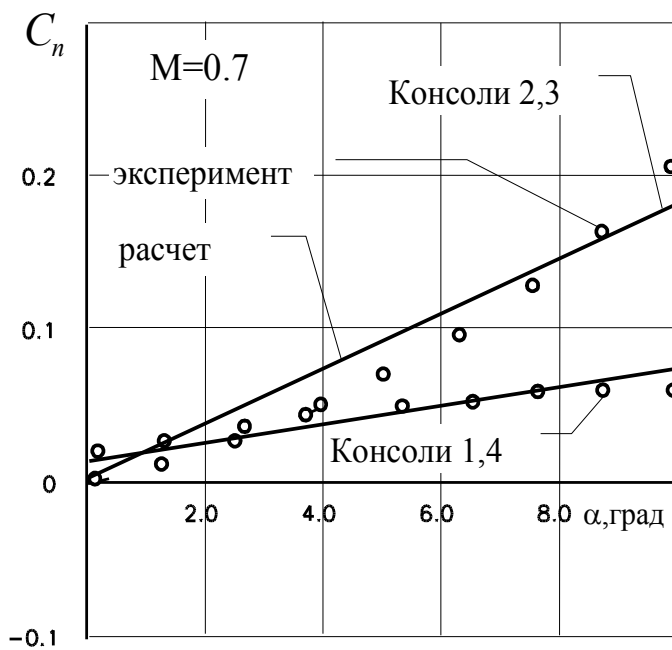


Рисунок 2.

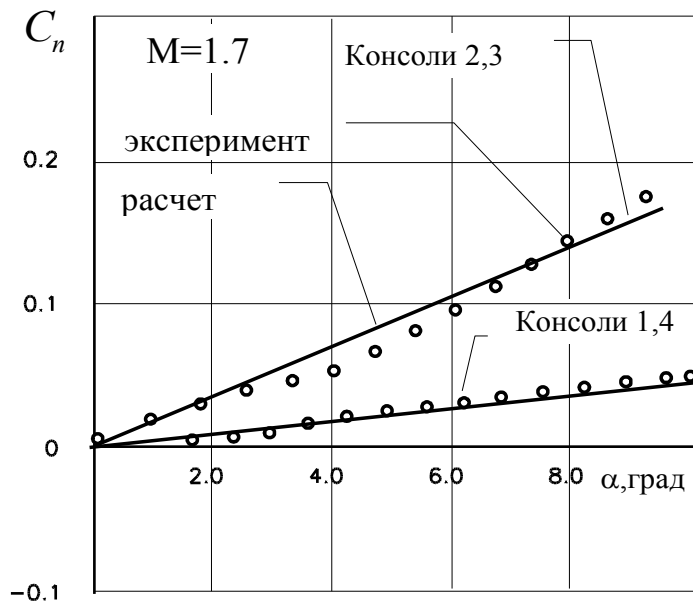


Рисунок 3.

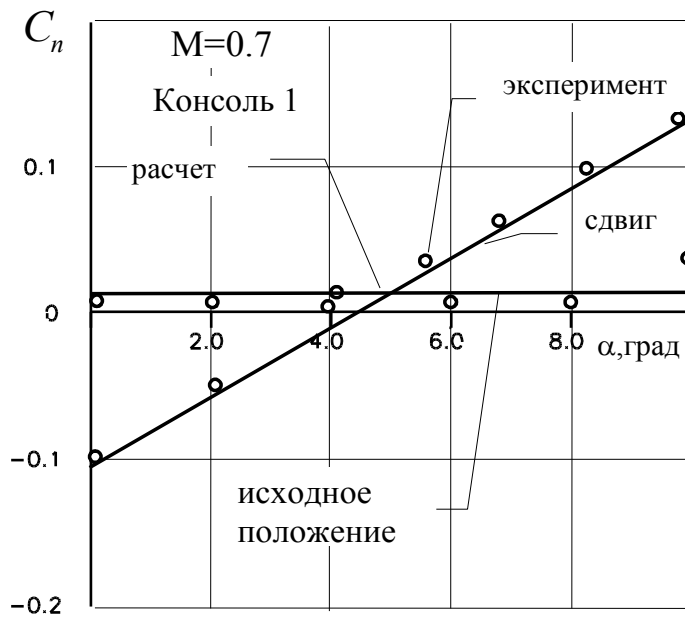


Рисунок 4.

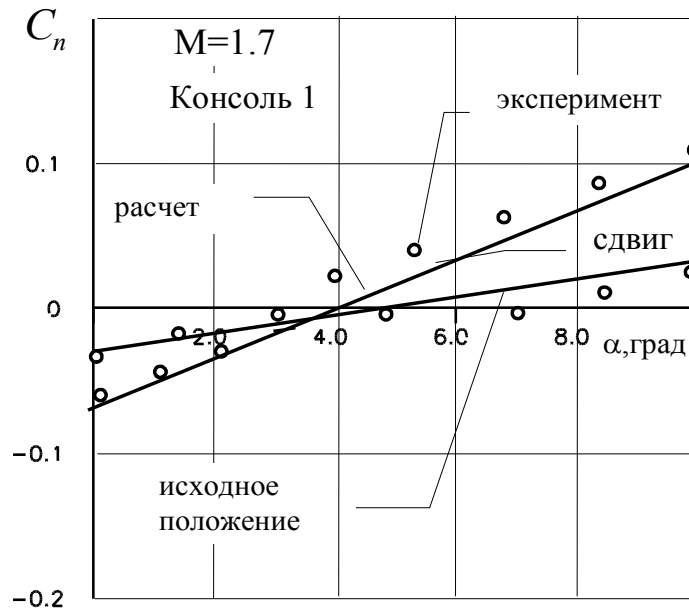


Рисунок 5.

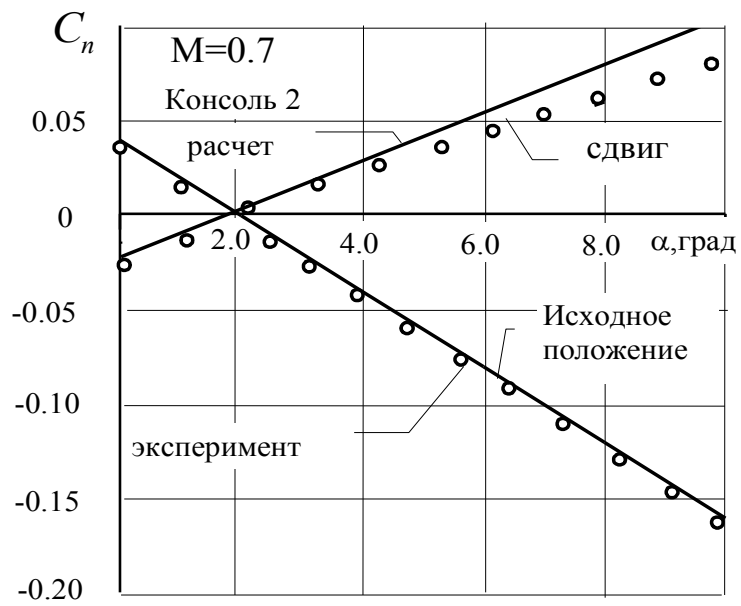


Рисунок 6.

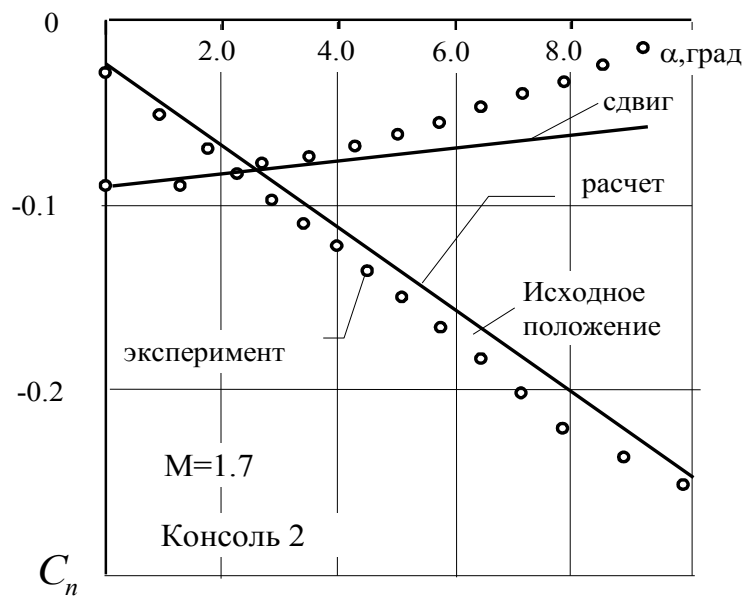


Рисунок 7.

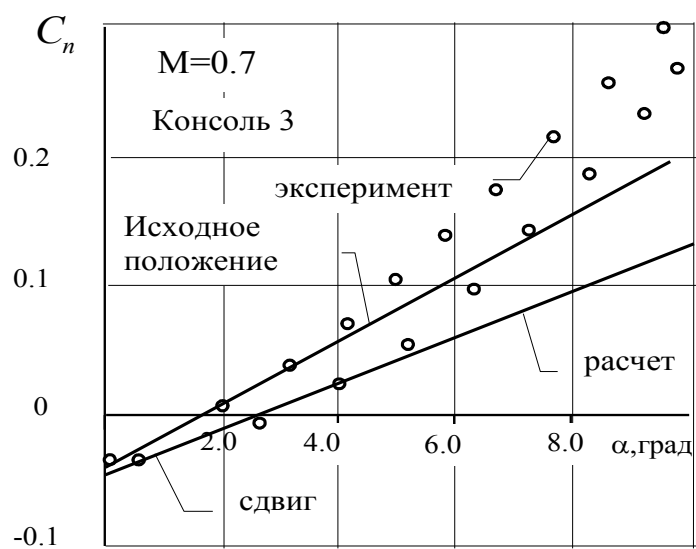


Рисунок 8.

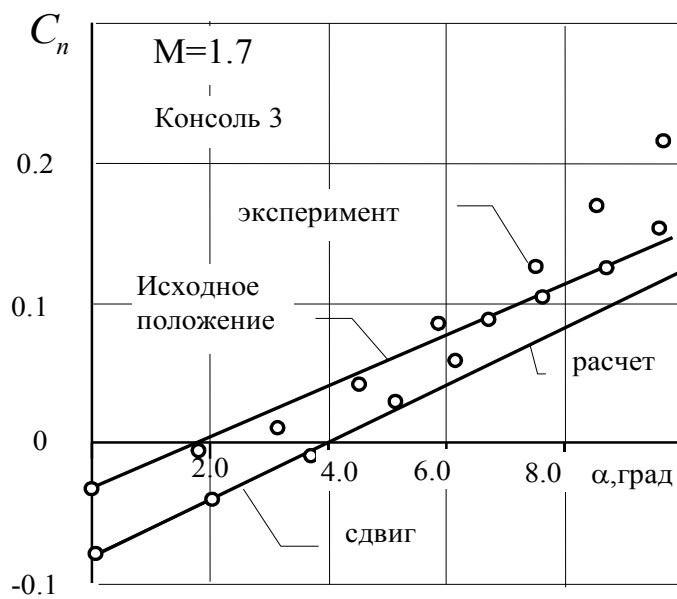


Рисунок 9.

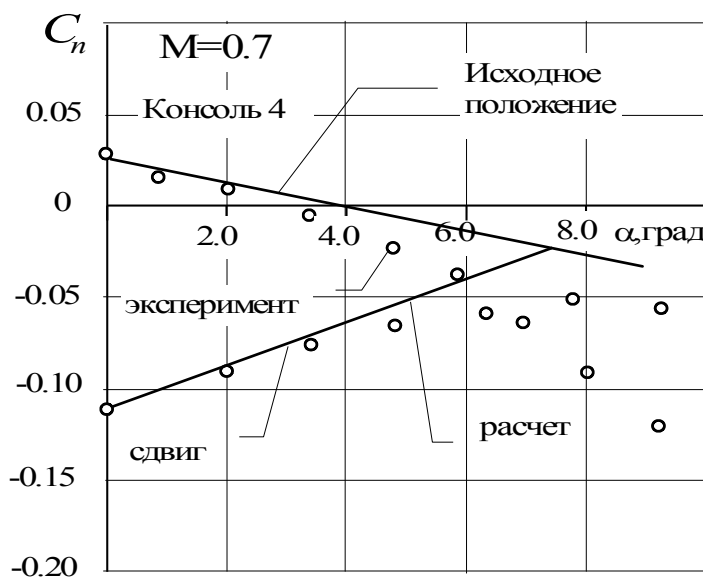


Рисунок 10.

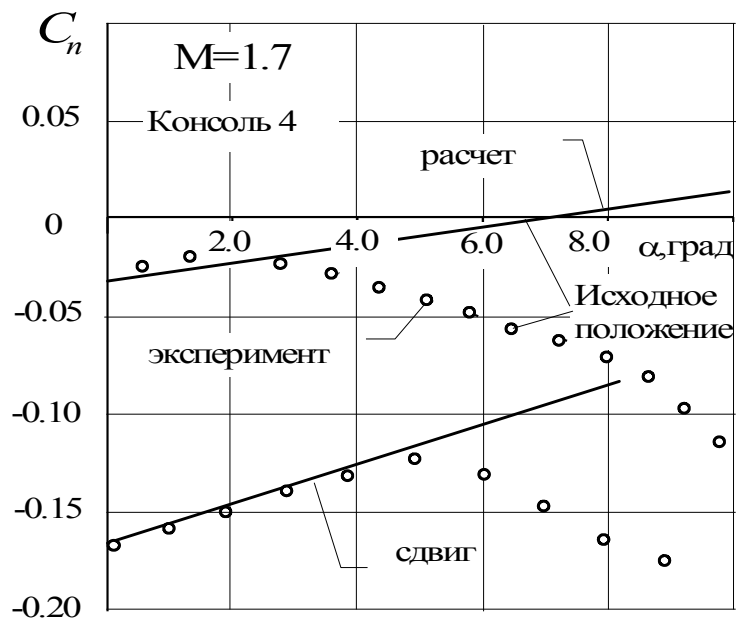


Рисунок 11.

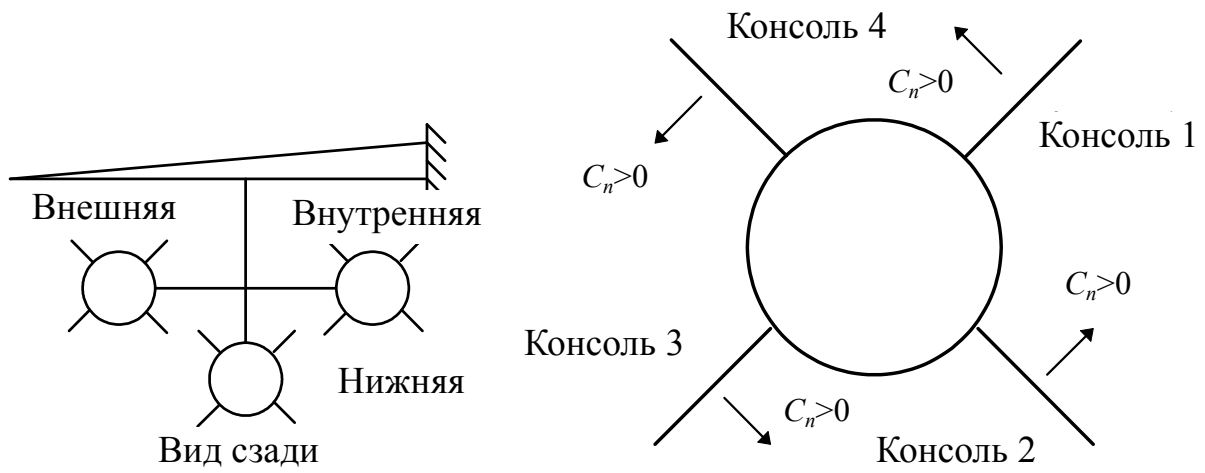


Рисунок 12.

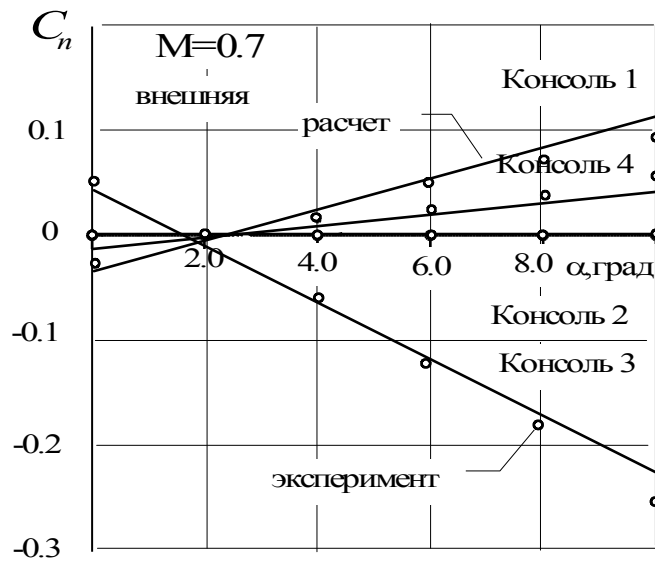


Рисунок 13.

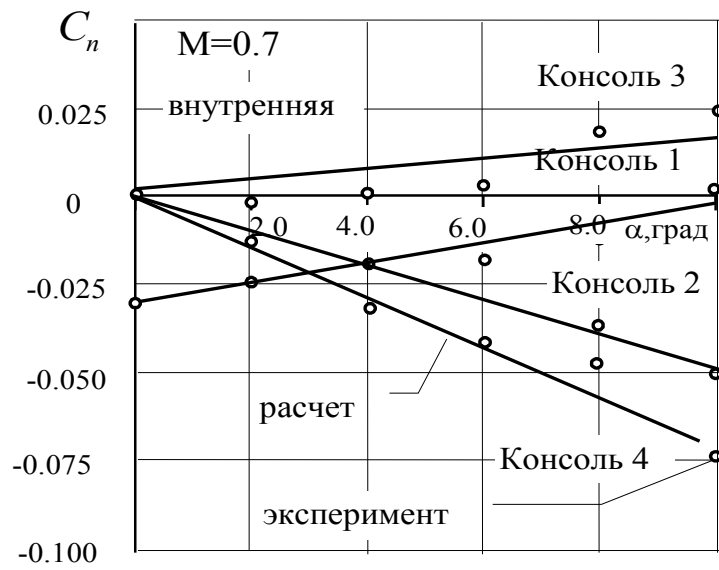


Рисунок 14.

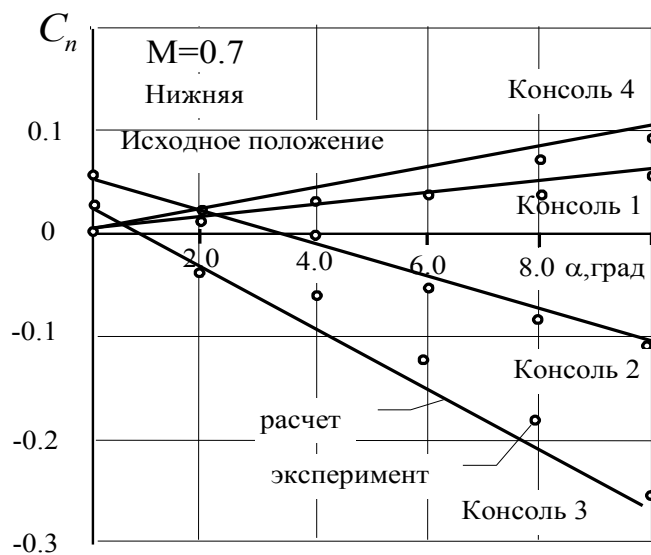


Рисунок 15.

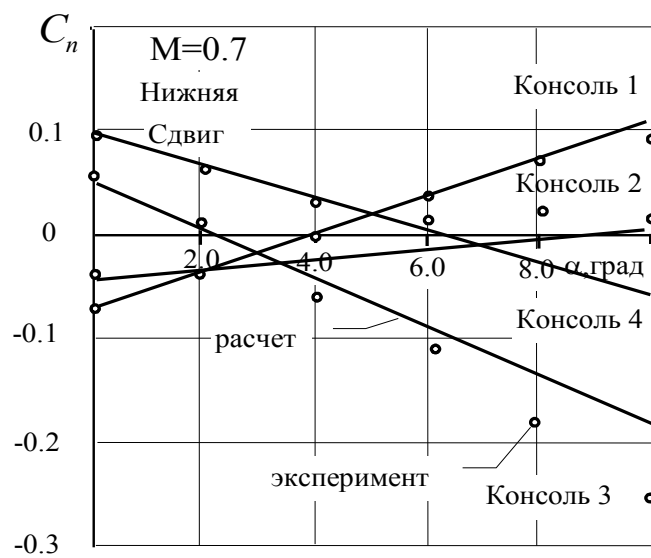


Рисунок 16.

Анализ представленных зависимостей показывает, что аэродинамические силы, действующие на рулевые поверхности управляемой авиационной ракеты в системе «воздушное судно – крупногабаритный груз», существенно отличаются от величины этих сил в изолированном полете ракеты, причем это отличие может достигать величины 400 - 500 %. Действие столь значительных аэродинамических сил может привести к поломке консолей крыльев ракеты, особенно в условиях нестационарного полета носителя.

С другой стороны, нагрузки на различные консоли крыльев ракеты в условиях аэродинамической интерференции с носителем также различны. Следствием этого является то, что шарнирные моменты рулей ракеты оказываются различными, что в конечном итоге может сказаться на работе системы управления ракеты в режиме компенсации стартовых возмущений.

Кроме того, алгоритмы работы автопилота на начальном участке движения, то есть в условиях аэродинамической интерференции с носителем должны учитывать различное влияние рулей на аэродинамическое нагружение ракеты.

Таким образом, при исследовании аэродинамической интерференции в системе «воздушное судно – крупногабаритный груз» необходимо учитывать изменения не только суммарных аэродинамических характеристик груза, но и изменения аэродинамических характеристик отдельных элементов груза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов В.Ю. Влияние параметров размещения крупногабаритного груза под самолетом на аэродинамическую совместимость воздушного судна и груза. Тезисы доклада // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества, Международная научно-техническая конференция. – М.: МГТУ ГА, 2006, с. 94-95.

2. Смирнов В.Ю. Расчет нестационарных аэродинамических характеристик грузов на дозвуковых скоростях полета // Установки и системы управления авиационным вооружением. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1994, с. 103-107.

3. Смирнов В.Ю. Расчет линейных стационарных и нестационарных аэродинамических характеристик АСП на дозвуковых и сверхзвуковых скоростях полета // Установки и системы управления авиационным вооружением. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1994, с. 108-117.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Смирнов Владимир Юрьевич, заведующий кафедрой факультета военного обучения Московского авиационного института (государственного технического университета), к.т.н., доцент.