

УДК 531/534

Тайны программы испытаний системы Starship: анализ основных проблем ее первого этапа

Лобановский Юрий Иоасафович^(*)

streamphlow@gmail.com

ПАО «Яковлев», Москва, Россия

Аннотация. Проведен анализ основных проблем, выявленных при проведении первых четырех испытательных пусков ракетной системы Starship. На основе данных, полученных из обработки видео ее полетов, общественно доступной информации от производителя, а также вследствие использования результатов развитой в ходе исследования теории автоколебаний «пого» показано, что основным содержанием усилий по доведению ракетной системы до летного состояния была борьба с проявлениями этого катастрофического процесса.

Ключевые слова: автоколебания, «пого», Starship, частота, взрыв

Введение. В работе показаны причины совершенно необычного, «рваного» полета системы Starship во время первого пуска — возникновение автоколебаний «пого», а также способ их преодоления с помощью промежуточного отсека горячего разделения. Объясняется, почему при втором пуске произошли взрывы бустера — первой ступени системы на этапе ее разворота для обратного полета (бустбэка), а также корабля — второй ступени на конечном участке разгона [1], и каким образом их удалось предотвратить при третьем пуске системы Starship. А также, почему взрыв бустера на этапе его заключительного торможения перед приводнением в третьем полете все-таки произошел [2]. При этом период между вторым и третьим пусками, по мнению автора, был ключевым на первом этапе программы испытательных полетов системы, когда был выработан универсальный механизм подавления автоколебаний «пого» с помощью дросселирования двигателей силовой установки, а также их отключения при выходе на границы области возбуждения автоколебаний.

В четвертом полете произошло успешное приводнение бустера, чему, кроме всего прочего, способствовал сброс с бустера межступенчатого отсека после бустбэка, а также аварийное приводнение корабля в Индийском океане вблизи расчетной точки [3]. Следующий, пятый полет с ловлей бустера на стартовой позиции и несколько более успешной посадкой второй ступени в океане в расчетную точку окончательно продемонстрировал, что проблемы, связанные с «пого», на прототипе системы Starship были преодолены.

Материалы и методы; результаты. Анализ данных, полученных в ходе первых испытательных полетов прототипов системы Starship, проводился на основе созданного в ходе этих исследований частного варианта теории автоколебаний «пого». Описывается генезис этой теории, лежащий в работах по выявлению причин катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС в августе 2009 года.

Комплекс полученных результатов позволяет прийти к выводу, что перелом в преодолении проблем с «пого» у компании SpaceX произошел вследствие описанных в работе внешних (произошедших за пределами этой компании) событий, которые, тем не менее, привели к доводке до летного состояния прототипа системы Starship методом «от аварии к аварии с пересчетом режимов работы двигателей» на основе теории автоколебаний всего за 2 полета.

Заключение. В итоге, несмотря на то, что в данный момент у системы Starship проявления «пого» подавлены, несомненно, что они могут возникнуть снова на ее новых версиях вследствие изменения характеристик, как ее ракетных двигателей, так и конструкции ее ступеней, что изменит их частотные параметры и, соответственно, сдвинет границы областей возникновения и развития этого катастрофического явления.

Список источников

- [1] *Re: SpaceX Starship IFT-2: Starbase TX: 18 Nov 2023 UPDATES.* URL: <https://forum.nasaspaceflight.com/index.php?topic=59870.msg2541720#msg2541720> (дата обращения 15.11.2024).
- [2] *Re: SpaceX Starship IFT-3 UPDATES: Starbase TX: 14 March.* URL: <https://forum.nasaspaceflight.com/index.php?topic=60478.220> (дата обращения 15.11.2024).
- [3] *Re: Starship Flight 4 UPDATES: Starbase TX.* URL: <https://forum.nasaspaceflight.com/index.php?topic=60929.msg2598941#msg2598941> (дата обращения 15.11.2024).