

УДК 679.78

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИВОДНЕНИЯ БЛОКА РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

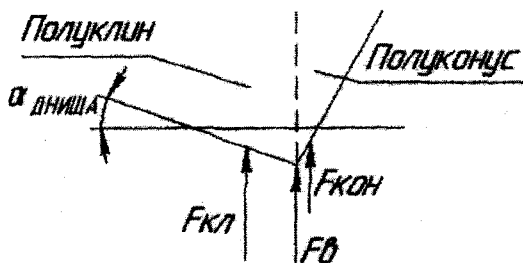
Е.А.Кусмачева

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Петровичев
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва

В связи с введением в эксплуатацию РН «Союз-СТК», предназначенного для пусков с космодрома в Куру, был поднят вопрос о затоплении отработавших блоков, так как у этого космодрома временные зоны отчуждения, которые должны быть открыты для судоходства уже через 48 часов после пуска РН.

Были проанализированы несколько известных моделей: методика NASA, методика А.Я. Сагомоняна, гидрогазодинамический пакет CFX, пакет Cosmos flow Works.

В основу моделирования процесса проникания блока РН в воду были заложены работы А.Я. Сагомоняна. Погружаемая часть блока в качестве модели была представлена как полуклин и полуконус (см. рисунок).



Основную сложность вызывает отыскание силы сопротивления воды, которая представляется как $F_{\text{в}} = F_{\text{кл}} + F_{\text{кон}}$. Рассчитываем $F_{\text{кл}}$, $F_{\text{кон}}$, Архимедову силу ($F_{\text{а}}$) и силу инерции ($F_{\text{и}}$). В результате моделирования были получены зависимости скорости, глубины погружения и перегрузки от t , а также силы, действующие на погруженную часть ЦБ от времени.

После момента касания быстро нарастет n_x , определяемая в основном силой, действующей на днище. Максимальное значение $n_x \approx 550$ достигается в момент $t=8-10$ мс. Поскольку углы $\alpha_{\text{дноща}}$ для различных вариантов приводнения отличаются незначительно, то характер графиков остается тем же: с увеличением $\alpha_{\text{дноща}}$ – уменьшается $F_{\text{кл}}$ и возрастает $F_{\text{кон}}$.

Достоверность разработанной модели была подтверждена моделью проникания торца в сжимаемую жидкость, которая была принята за эталон погружения, где величины $n_x(t)$ и $F(t)$ получились достаточно близкими к значениям разработанной модели.

Разработанная модель погружения обладает существенным преимуществом: решение получилось аналитическое, а расчеты проведены в таблицах Microsoft Excel.

Полученные силы и перегрузки являются исходными данными для проведения прочностных расчетов.