



ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ГЭУ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ МУЛЬТИСИМ

А.Г. Нагроцкис, e-mail: artyom.pavlyuk@mail.ru
И.Е. Кажекин, кандидат техн. наук, kazhekin@mail.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

В данной работе рассмотрены вопросы моделирования переходных процессов, протекающих в гребных электрических установках со скалярным управлением и электродвигателем на частотном управлении в программной среде NIMULTISIMCIRCUITDESIGNSUITE 13.0. За основу взяты три типовые нагрузки гребных винтов.

Гребная электроустановка, моделирование, частотный преобразователь, винтовые характеристики

Количество судов, на которых используются гребные электроустановки с частотным преобразованием, постоянно растет. Их изучение имеет большое значение при подготовке кадров для морской отрасли. В настоящей работе рассмотрены особенности моделирования гребных электроустановок в программной среде Multisim, которая может рассматриваться как один из инструментов освоения материала по указанной тематике.

Особенностью переходных процессов в гребных электроустановках является то, что в них должны учитываться не только электромеханические, но и гидродинамические процессы. Если отдельные вопросы моделирования преобразователей частоты ранее рассматривались в ряде работ, то вопросы, связанные с моделированием нагрузок в виде гребного винта в настоящей работе исследованы впервые. На рис. 1 представлена функциональная схема гребной электрической установки с частотным управлением.



Рисунок 1 – Функциональная схема гребной электрической установки

Схема содержит источники напряжения, трехфазный трансформатор, два диодных моста, сглаживающий фильтр, автономный инвертор, собранный на IGBT-транзисторах, электродвигатель с возбуждением на постоянных магнитах, систему управления с обратной связью, а также три нагрузки. Данная схема заимствована из современных источников литературы, посвященных гребным электрическим установкам, где подобная схема уже рассматривалась, но была не пригодна для моделирования нагрузок, поэтому решено добавить обратную связь и совместить её с системой управления автономного инвертора.

Это нужно для нормальной работы модели при трёх разных нагрузках, часто применяемых в гребных электрических установках.

В системе управления необходимо обеспечить сравнение частоты вращения вала с частотой, которая задаётся как номинальная, т. е. требуемая при работе электродвигателя на холостых оборотах. Для реализации этого от каждой нагрузки отходят линии обратной связи. Здесь следует пояснить, что нагрузка 1 соответствует режиму работы гребной электрической установки в свободной воде, нагрузка 2 – режиму работы в швартовных условиях, нагрузка 3 – работе при реверсивном режиме. После этого сигнал поступает в систему управления, а там выходит на питание IGBT-транзисторов, которые, в свою очередь, питают электродвигатель с частотным управлением. На рис. 2 показана схема гребной электрической установки, собранная в программной среде Multisim.

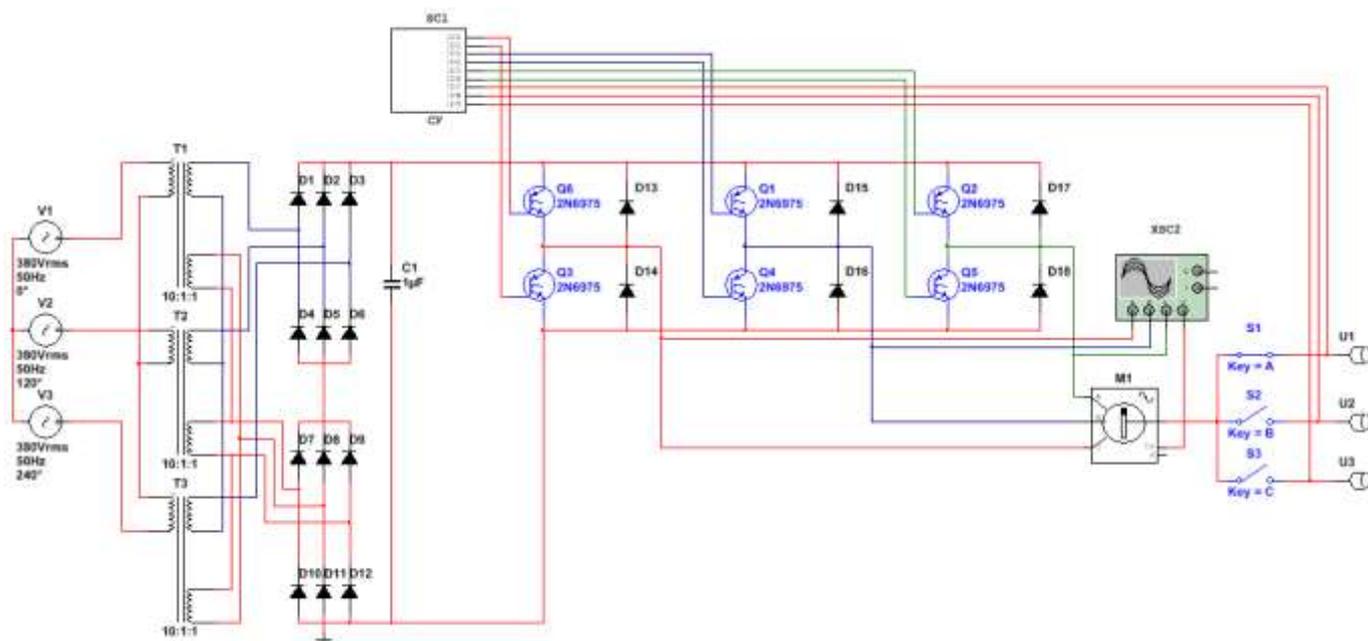


Рисунок 2 – Модель гребной электрической установки в программной среде Multisim

Говоря о режиме работы гребной электрической установки в свободной воде, следует отметить, что он описывается функцией, приведенной в уравнении (1).

$$M = f(n), \quad (1)$$

где M – момент сопротивления, Нм; $f(n)$ – частота вращения, рад/с.

При пуске данной нагрузки включаем ключ S1, запускаем работу схемы и снимаем данные. Следует отметить, что Multisim позволяет снимать различные типы и виды данных благодаря выходам на модели электродвигателя. На рис. 3 показаны типовые винтовые характеристики[1], а также характеристики, полученные в результате моделирования.

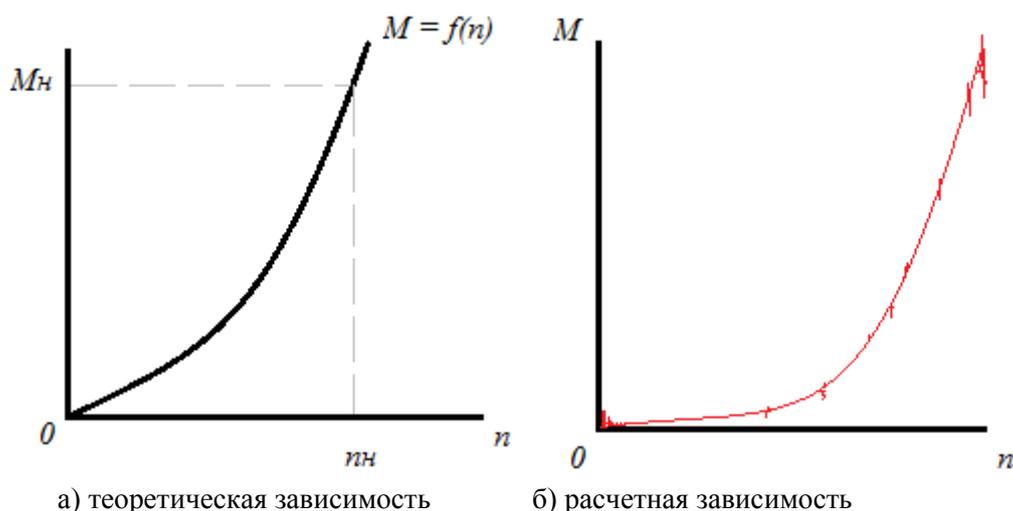


Рисунок 3 – Характеристика гребного винта в свободной воде

Как видим, кривые практически совпадают. Незначительные отличия в виде помех могут быть объяснены несовершенством программной среды.

Следующая нагрузка, которая была рассмотрена, это режим работы в швартовных условиях. Он предполагает частые маневры, различные подруливающие операции, быстрые переходы от полного хода до реверсивного движения. Данный режим описывается так же, как и в свободной воде, зависимость представлена в уравнении (1). На рис. 4 показаны кривые, соответствующие зависимости при швартовных условиях.

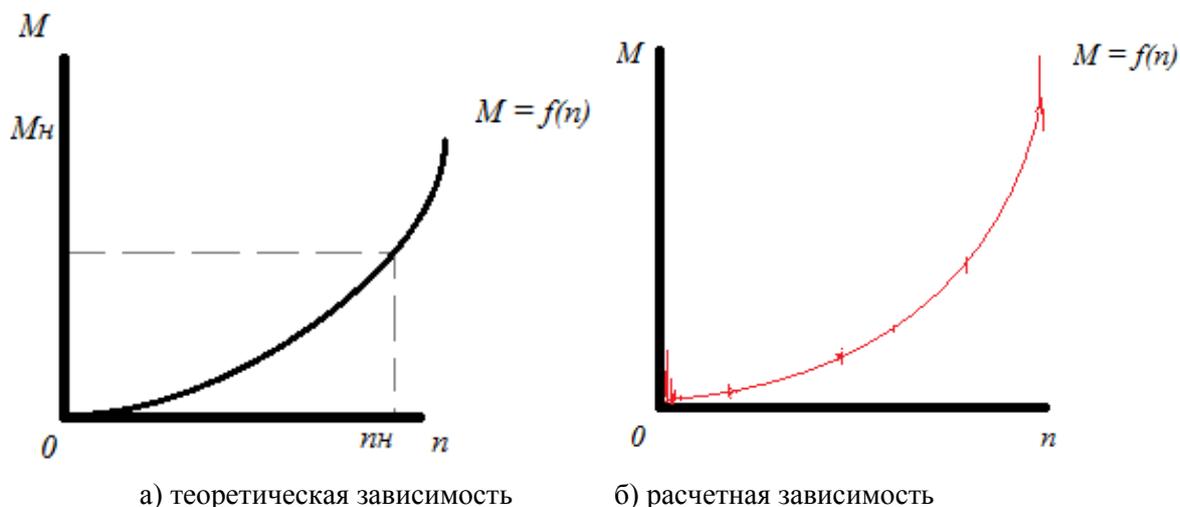
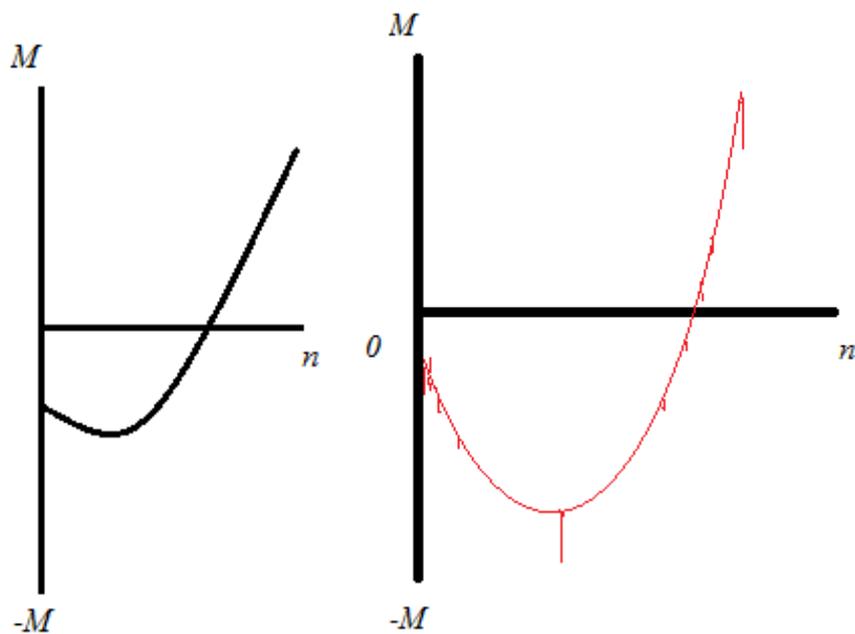


Рисунок 4 – Характеристика гребного винта при швартовных условиях

Нагрузка 3 представляет собой режим, отличный от двух других – это реверсивный режим работы. Следует отметить, что при реверсе гребной электродвигатель работает в асинхронном режиме при больших токах главной цепи. Вследствие этого напряжение генератора сильно снижается, а вместе с ним уменьшается и момент, развиваемый гребным электродвигателем в асинхронном режиме [1]. Теоретическая и расчетная характеристики этого режима приведены на рис. 5.



а) теоретическая зависимость

б) расчетная зависимость

Рисунок 5– характеристика гребного винта при реверсивном режиме работы

В завершение данной статьи следует отметить, что моделирование переходных процессов гребных электрических установок в программной среде Multisim рассматривалось впервые. Были промоделированы три основных типа нагрузок. Выявлены такие недостатки модели, как наличие помех и неточности моделирования. Однако следует отметить, что модель отражает общие закономерности протекания переходных процессов в гребных электроустановках при переходах с одной винтовой характеристики на другую, что может оказаться весьма полезным при изучении гребных электроустановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рукавишников, С.Б. Автоматизированные гребные электрические установки: моногр. / С.Б. Рукавишников. – Ленинград: Судостроение, 1983. – 240 с.

TRANSITIONAL PROCESSES OF THE REI IN THE MULTISIM PROGRAM ENVIRONMENT

A.G. Nagrotskis, Kaliningrad state technical university, student,
e-mail: artyom.pavlyuk@mail.ru

I.E. Kazhekin, Kaliningrad state technical university, Candidate of technical sciences, Associate
Professor,
e-mail: kazhekin@mail.ru

Issues of modeling transients occurring in rowing electrical installations with scalar control and an electric motor on frequency control in the NIMULTISIMCIRCUITDESIGNSUITE 13.0 software environment are considered in this paper. Three typical loads of propellers are taken as a basis.

rowing electrical installation, simulation, frequency converter, screw characteristics