УДК 621.398

В.В. ИВАНИК, *аспирант, ivanik@oku.com.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

V.V.IVANIK, *post-graduate student, ivanik@oku.com.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО МАКЕТА ДИНАМИЧЕСКИ УРАВНОВЕШЕННОГО БУРОВОГО СНАРЯДА ВОЗВРАТНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ ПРИ ПИТАНИИ ОТ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Разработан лабораторный экспериментальный стенд для исследования асинхронного резонансного электропривода на физическом макете динамически уравновешенного бурового снаряда. Реализован режим авторезонансных колебаний асинхронного электропривода возвратно-вращательного движения при питании от преобразователя частоты.

Ключевые слова: буровой снаряд, резонансный электропривод, эксперимент, физический макет, преобразователь, контроллер.

THE PHYSICAL BREADBOARD MODEL OF DYNAMICALLY COUNTERBALANCED DRILLING STRING WITH SWINGING MOVEMENT WITH THE ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE POWERED BY INVERTER LABORATORY EXPERIMENTAL RESEARCHE

The laboratory experimental stand for research of the asynchronous resonant electric drive on a physical breadboard model of dynamically counterbalanced drilling string is developed. The asynchronous electric drive with swinging movement the autoresonant oscillation mode is realized.

Key words: drilling string, resonant electric drive, experiment, physical breadboard, frequency converter, microcontroller.

Силовые резонансные электроприводы возвратно-вращательного движения (ЭВВД) могут применяться в обогатительном оборудовании (вибрационные щековые дробилки, вибросита, виброгрохоты), а также для привода динамически уравновешенного бурового снаряда (ДУБС) на грузонесущем кабеле для очистки призабойных зон скважин, бурения ледников, взятие донных проб на шельфе и подледниковых озер Антарктиды.

Известно несколько схем реализации знакопеременного момента на валу двигателя в режимах возвратно-вращательного движения [2-4].

В работе исследован резонансный электропривод возвратно-вращательного движения динамически уравновешенного бурового снаряда на базе асинхронного электродвигателя и преобразователя частоты.

Цель эксперимента возбудить авторезонансные колебания в электромеханической системе ДУБС с асинхронным двигателем и преобразователем частоты с векторным управлением.

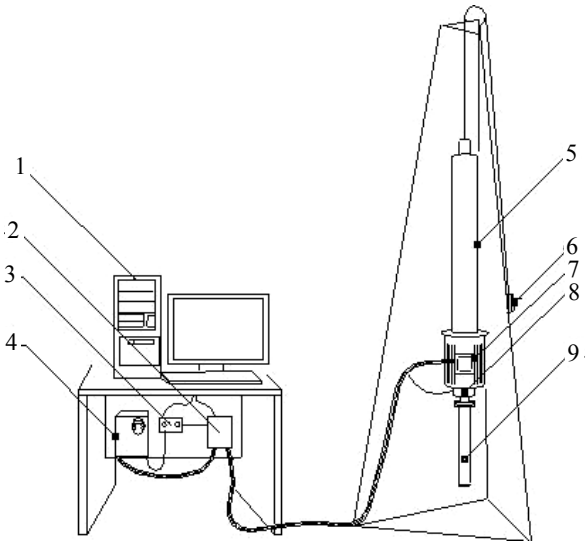

Рис.1. Общий вид экспериментального стенда исследования ДУБС с ПЧ

1 – персональный компьютер; 2 – блок датчиков тока и напряжения; 3 – контроллер системы управления; 4 – преобразователь частоты; 5 – статорная часть ДУБС; 6 – устройство спуска и подъема; 7 – асинхронный двигатель; 8 – датчик скорости; 9 – колонковая труба с буровой коронкой

Для достижения поставленной цели был создан экспериментальный стенд, представленный на рис.1. Лабораторный стенд включает в себя физическую модель динамически уравновешенного бурового снаряда, которая представляет собой асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, у которого ротор и статор соединены торсионом. На роторе также закреплена колонковая труба с алмазной буровой коронкой. Вся конструкция крепится к тросу, который через блок на треноге соединен с устройством спуска и подъема. Расчетная резонансная частота представленной физической модели 14 Гц. За основу макета ДУБС взят асинхронный двигатель типа АИР100S2У3 питание, которого осуществляется от преобразователя частоты Altivar ATV31HU40N4 фирмы Schneider Electric.

Система управления электроприводом ДУБС реализована на микроконтроллере ATmega168PA фирмы Atmel с тактовой частотой 16 МГц. Требуемый алгоритм записывается на Си-подобном языке программирования, а затем прошивается в контроллер с помощью программатора.

На контроллере программно реализуется алгоритм обратной связи, представленный в [1], необходимый для установления и поддержания резонансных колебаний ДУБС. Передача команды на пуск в прямом или обратном направлении осуществляется подачей дискретных сигналов на соответствующие входы преобразователя частоты (рис.2).

Снятие осциллограмм осуществляется программно-аппаратным измерительным комплексом на базе программного обеспечения LCard, внешнего модуля АЦП/ЦАП L-CARD E14-140-M и датчиков тока и напряжения LTS15 и LV25-P фирмы LEM соответственно.

Исследования показали, что используемый преобразователь имеет неустранимую задержку в размере 10 мс в отработке команд контроллера, что видно на рис.3, а для совершения реверсирования двигателя требуется время более 100 мс. Таким образом, представленный преобразователь, может быть применим с электромеханическими системами с резонансными частотами до 5 Гц (т.е. большие углы и скорости колебаний) в симметричном режиме колебаний электромагнитного момента и до 50 Гц в ассиметричном, когда электромагнитный момент включается один раз в период только в одном направлении.

Выводы

1. Разработанный лабораторный экспериментальный стенд позволяет проводить исследования авторезонансного ЭВВД в различных режимах работы.

2. Лабораторный экспериментальный стенд может быть использован для разработки сложных алгоритмов управления ЭВВД для решения различных технологических задач.

3. Показана возможность реализации авторезонансного режима работы электропривода возвратно-вращательного движения на базе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и серийного преобразователя частоты с векторным системой регулирования.

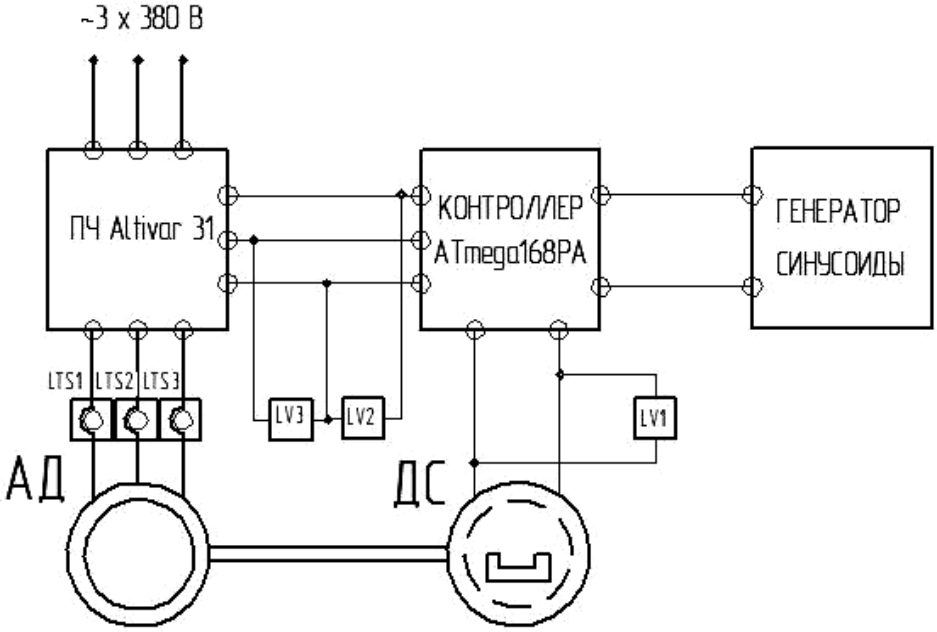

Рис.2. Схема экспериментального лабораторного стенда для исследования ДУБС с ПЧ
АД – асинхронный короткозамкнутый двигатель; ДС – датчик скорости; LTS1-LTS2 – датчики тока; LV1-LV2 – датчики напряжения

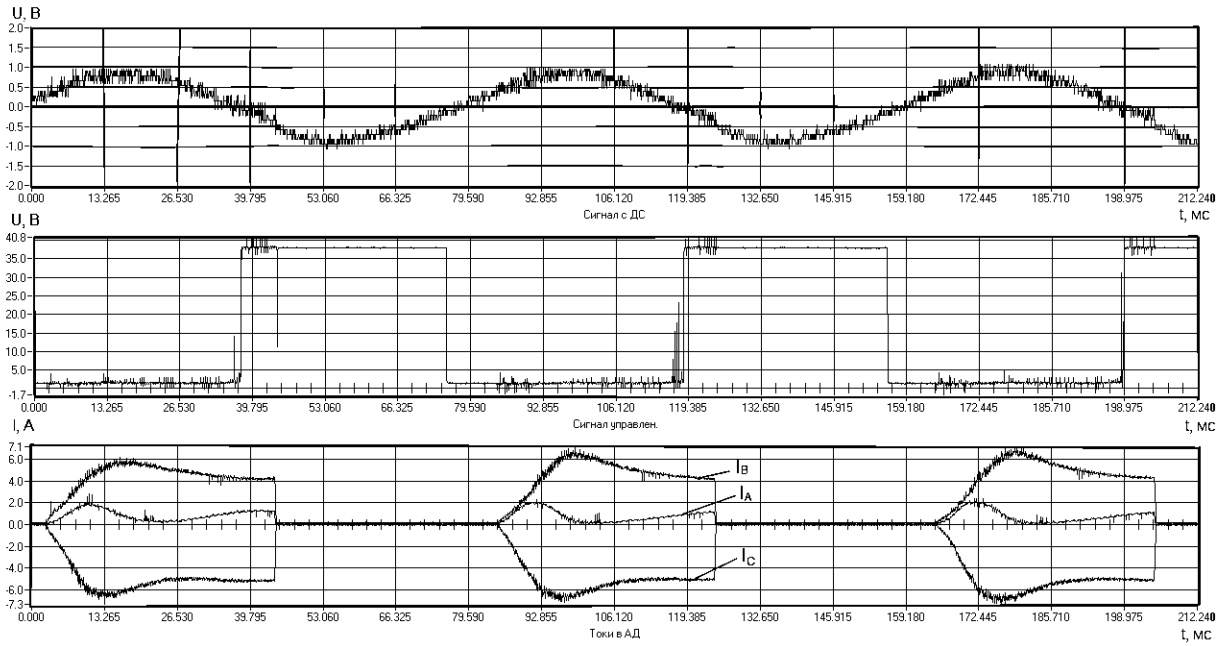

Рис.3. Осциллограммы токов в обмотках двигателя, сигнала с датчика скорости и сигнала управления (низкому напряжению сигнала управления соответствует включенное состояние преобразователя) в режиме несимметричных резонансных колебаний ЭВВД на частоте 13.5 Гц с замкнутой системой управления с датчиком скорости

4. Перспективным является применение для питания ЭВВД преобразователей с алгоритмом прямого управления моментом, обладающим более высоким быстродействием по сравнению с векторными система. Также наличие в таких преобразователях режима непосредственного управления моментом позволит применить алгоритм стабилизации амплитуды угловой скорости колебаний [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Загривный Э.А* Авторезонансный асинхронный электропривод возвратно-вращательного движения динамически уравновешенного бурового снаряда на грузонесущем кабеле / *Э.А.Загривный, В.В.Иваник* // Народное хозяйство Республики Коми. Т.18. № 1. 2009.

2. *Луковников В.И.* Электропривод колебательного движения, М.: Энергоатомиздат, 1984.

3. Пат. №2337225 РФ. Электромеханический колонковый буровой снаряд / Э.А.Загривный, В.В.Рудаков, С.С.Стародед, Ю.А.Гаврилов. Опубл. 27.10.2008. Бюл. № 30.

4. Пат. №228420 РФ. Колонковый буровой снаряд с электроприводом / Э.А.Загривный, В.А.Соловьев. 2004.

REFERENCES

1. *Zagrivny E.A.* Autoresonant asynchronous electric drive of dynamically counterbalanced drilling string on carrying cable with swinging movement // The economy of the Republic of Komi. 2009. V.18. N 1.

2. *Lukovnikov V.I.* Oscillatory movement electric drive. Moscow: Energoatomizdat, 1984.

3. Pat. № 2337225 RF. Weasel electromechanical drill / E.A.Zagrivny, V.V.Rudakov, S.S.Staroded, Yu.A.Gavrilov. 27.10.2008. Bull. N 30.

4. Pat. № 228420, Weasel electromechanical drill with electric drive / E.A.Zagrivny, V.A.Soloviev. 2004.