

УДК 621.3

**АЛГОРИТМ И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЭЛЕКТРОПРИВОДА РОЛЬГАНГА ПРОКАТНОГО СТАНА****Мальцев Андрей Анатольевич,**доцент кафедры ФН-7 МГТУ имени Н.Э. Баумана,  
e-mail: a.a.mal@bmstu.ru**Аннотация**

Статья посвящена дидактическому анализу лекционного занятия со студентами, изучающими дисциплину «Основы научных исследований» специальности «Электроэнергетика и электротехника» и специализации «Электропривод и автоматика», на тему «Алгоритм и организация научных исследований электропривода».

**Ключевые слова:** дидактика, электропривод, рольганг, исследование.

**ALGORITHM AND ORGANIZATION OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE  
ROLLING MILL ROLLER COASTER ELECTRIC DRIVE****Andrey A. Maltsev,**associate professor of BMSTU ФН-7 department,  
e-mail: a.a.mal@bmstu.ru**ABSTRACT**

The article is devoted to the didactic analysis of a lecture session with students studying the discipline "Fundamentals of scientific research" of the specialty "Electric Power engineering and electrical engineering" and the specialization "Electric drive and automation", on the topic "Algorithm and organization of scientific research of the electric drive".

**Keywords:** didactics, electric drive, roller coaster, research.

Цель научной статьи — дидактический разбор лекции на тему «Алгоритм и организация научных исследований электропривода».

После объявления темы лекции во вступлении преподавателю рекомендуется настроить студенческую аудиторию на восприятие учебного материала, изложив общий план научного исследования электропривода рольганга прокатного стана, выбранного в качестве объекта исследования (рис. 1).

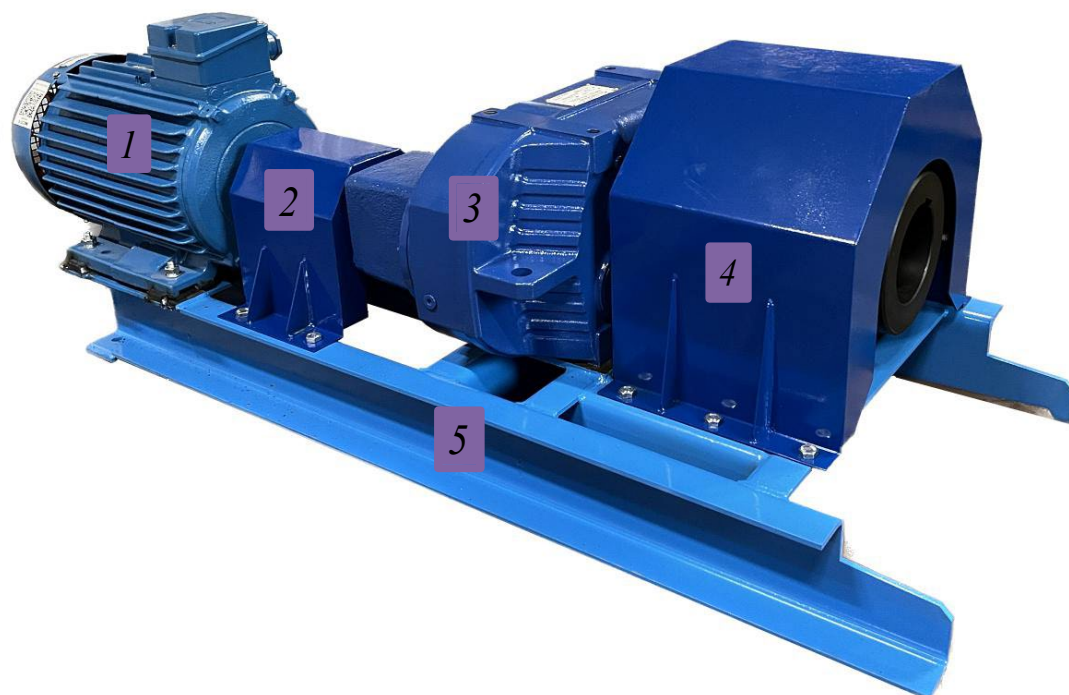


Рисунок 1. Электропривод рольганга (НТЦ «Редуктор»):

<https://6-es.ru/informatsiya/novosti/privod-rolganga/>

- 1 – электродвигатель RA132MA6Y3;
- 2 – муфта моторная;
- 3 – цилиндрический редуктор 6Ц2В-77ES;
- 4 – муфта коренная эластомерная Rexnord Viva;
- 5 – рама

Тут следует отметить, что «по мнению опытных исследователей, постановка задачи (проблемы) занимает от 30 до 50% общего объема временных затрат, уходящих на ее решение» [1]. «Хорошо поставить вопрос – значит уже наполовину решить его», – говорил Дмитрий Иванович Менделеев. На лекции перед студентами будет поставлена учебная задача научного исследования режимов работы электродвигателя RA132MA6Y3 в составе электропривода рольганга прокатного стана (рис. 2).

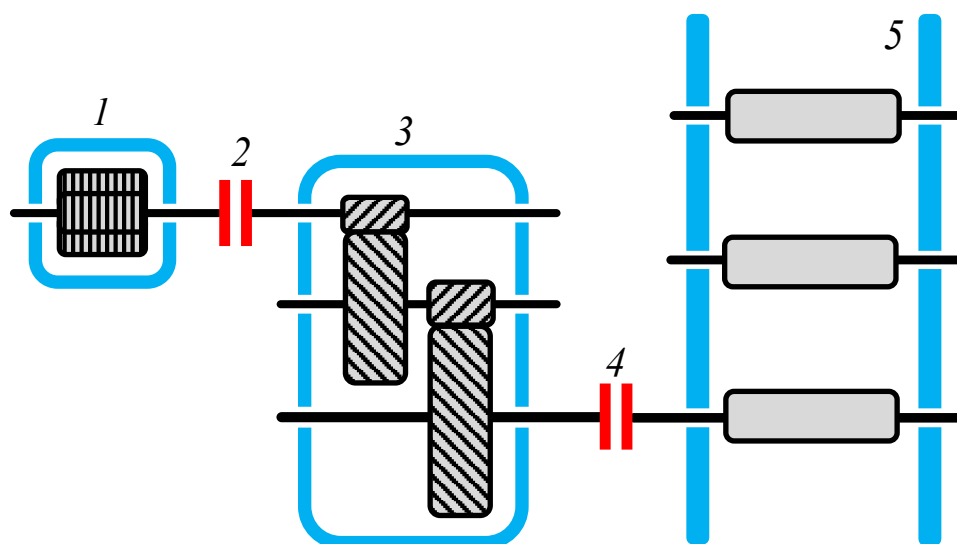


Рис. 2. Кинематическая схема электропривода:

- 1 – электродвигатель;
- 2 – моторная муфта;
- 3 – редуктор;
- 4 – коренная муфта;
- 5 – рольганг

Первый пункт алгоритма решения поставленной задачи – подробное изучение конструкции и анализ технических характеристик электропривода от отечественного производителя НТЦ «Редуктор».

Рольганговый электродвигатель RA132MA6Y3 мощностью 4 кВт, соответствующий немецкому стандарту DIN (Deutsches Institut für Normung), – трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором (рис. 3).

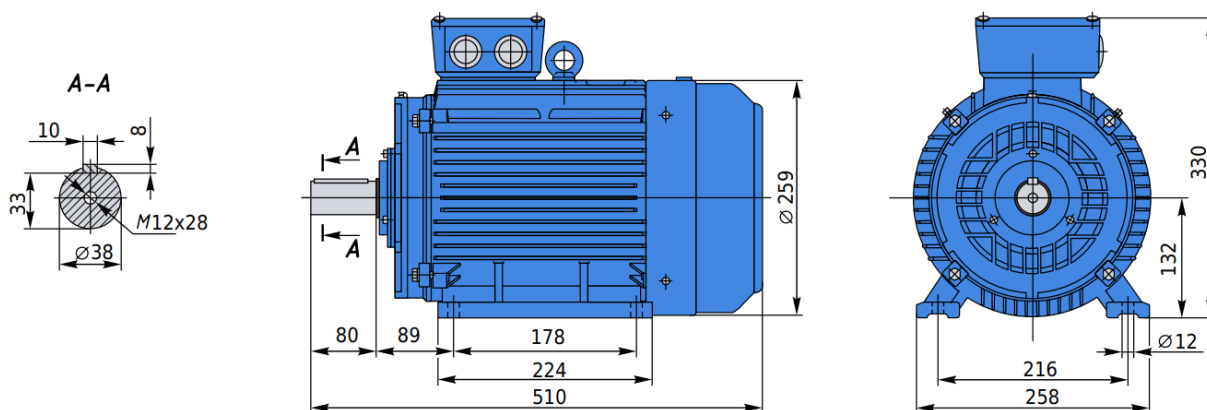


Рис. 3. Электродвигатель RA132MA6Y3»:

<https://electrodvigatel.org/elektrodvigateli/evropejskij-din-standart/ra/electrodvigatel-ra-132ma6-4x960-im1081b3-lapy-eldin>

RA132MA6Y3 – это электродвигатель торговой марки «Элдин» от Российского производителя АО «Ярославский электромашиностроительный завод». Частота вращения вала электродвигателя – 960 об/мин. Напряжение – 220/380 В. Номинальный ток – 9,5 А. КПД – 82,5 %. Кратность пускового момента – 2,2. Коэффициент мощности – 0,78. Кратность максимального момента – 2,7. Климатическое исполнение – Y3. Масса – 68 кг.

Цилиндрический двухступенчатый вертикальный редуктор 6Ц2В-77ES применен в качестве замены редуктора немецкой компании Kumera. Фактическое передаточное число редуктора – 17,49. Частота вращения выходного вала редуктора – 55 об/мин. Рабочий момент на выходном валу редуктора – 660 Н·м. Номинальный момент, передаваемый редуктором, – 1 500 Н·м. (<https://6-es.ru/standartnie/vertikalnie-tsilindricheskie/>).

Универсальная эластомерная соединительная муфта Rexnord Viva обеспечивает механическое соединение между выходным валом редуктора и приводным концом ролика рольганга с помощью торсионного эластичного элемента, компенсирующего изначальное смещение осей валов при передаче крутящего момента (<https://rexnord.venteco.ru/catalog/other-couplings/rexnord-viva>).

Второй пункт алгоритма – изучение основ механики электропривода рольганга. Подвижные части электрической машины (ротор), механической передачи и исполнительного механизма (ролик) составляют механическую часть электропривода (МЧЭ) (рис. 4) [2, 3].

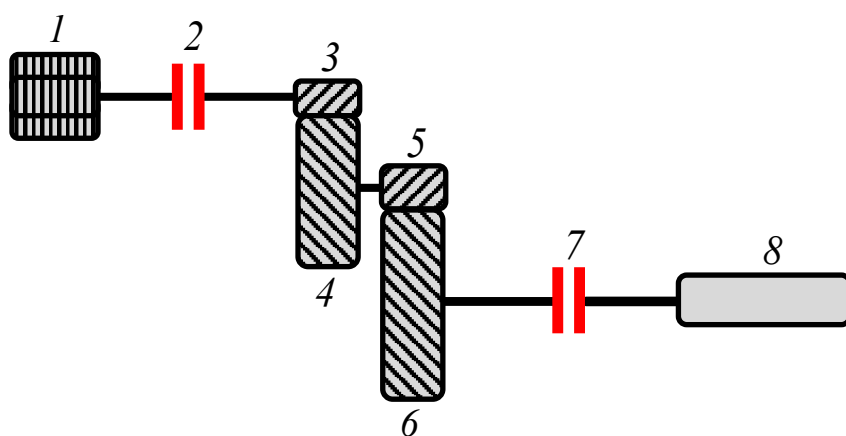


Рисунок 4. МЧЭ рольганга:

- 1 – ротор;
- 2 – моторная муфта;
- 3 – вал-шестерня первой ступени;
- 4 – зубчатое колесо первой ступени;
- 5 – вал-шестерня второй ступени;
- 6 – зубчатое колесо второй ступени;
- 7 – коренная муфта;
- 8 – ролик

Из практики эксплуатации прокатных станов известно [4], что основная причина поломок деталей и узлов МЧЭ рольгангов – «большие динамические нагрузки, вызванные действием изгибающих и крутильных колебаний, ударами слитка о ролики, неточностью установки многоопорных валов с большим шагом опор, большими зазорами в соединениях, буксованием массивных слитков на роликах и другими причинами», причем «динамические нагрузки в приводах рольгангов возбуждаются не только в периоды пусков и торможений, но и при установившемся движении» (рис. 5).

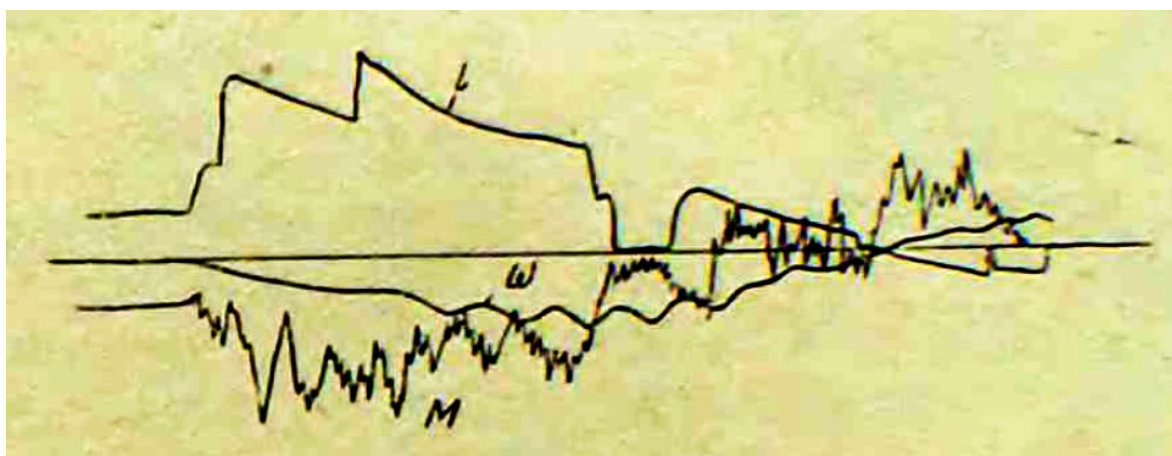


Рисунок 5. Осциллограмма нагрузок в приводе рабочего рольганга [4]:

- $M$  – момент сил упругости в валопроводе;
- $\omega$  – скорость вращения электродвигателя;
- $i$  – ток электродвигателя

При незначительных зазорах в соединительных муфтах и зубчатых зацеплениях редуктора, а также при относительно неупругих валах, в расчетах можно пренебречь

крутильными колебаниями в валопроводе электропривода, считая связи между элементами МЧЭ абсолютно жесткими.

Третий пункт алгоритма – научное исследование электродвигателя RA132MA6Y3, построение его естественной и искусственных механических характеристик [3, 5].

Заключительная часть лекции – беседа со студентами и ответы на их вопросы.

Заключение: результаты дидактического анализа лекционного занятия на тему «Алгоритм и организация научных исследований электропривода» будут реализованы при обучении студентов основам научных исследований в области электротехники.

#### **Список литературы:**

1. Дрецинский В.А. Основы научных исследований: учебник для среднего профессионального образования. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 349 с.
2. Красовский А.Б. Основы электропривода: учебное пособие. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 405 с.
3. Кувшинов А.А., Греков Э.Л. Теория электропривода. Часть 3. Переходные процессы в электроприводе: учебное пособие. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 114 с.
4. Иванченко Ф.К., Полухин П.И., Тылкин М.А., Полухин В.П. Динамика и прочность прокатного оборудования. – Москва: Металлургия, 1970. – 486 с.
5. Красовский А.Б., Васюков С.А., Мисеюк О.И., Трунин Ю.В. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Электротехника и электроника». – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 25 с.

#### **References:**

1. Drechinsky V.A. Fundamentals of scientific research: textbook for secondary vocational education. – 3rd ed., reprint. and add. – Moscow: Yurait Publishing House, 2024. – 349 p.
2. Krasovsky A.B. Fundamentals of electric drive: a textbook. – Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2015. – 405 p.
3. Kuvshinov A.A., Grekov E.L. Theory of electric drive. Part 3. Transients in an electric drive: a textbook. – Orenburg: Orenburg State University, EBS DIA, 2017. – 114 p.
4. Ivanchenko F.K., Polukhin P.I., Tylkin M.A., Polukhin V.P. Dynamics and strength of rolling equipment. – Moscow: Metallurgy, 1970. – 486 p.
5. Krasovsky A.B., Vasyukov S.A., Miseyuk O.I., Trunin Yu.V. Research of an asynchronous motor with a short-circuited rotor: methodological guidelines for laboratory work in the discipline "Electrical engineering and electronics". – Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2014. – 25 p.