

При таких схемах включения токи в статорных обмотках двух двигателей будут одинаковы, что позволяет синхронизировать работу электроприводов, снизить вероятность проскальзывания роликов и равномерно распределить нагрузку на двигатели.

Обе приведенные схемы работают при пониженном значении фазного напряжения статорной обмотки двигателя.

В данной работе ставится задача проведения дальнейших исследований с целью более подробного анализа электромеханических процессов в электроприводе. Отдельно следует рассмотреть проблему обеспечения синхронизации работы двухдвигательного электропривода вагонопрокидывателя как системы с переменными массой с учетом влияния фрикционной связи

приводных роликов и барабана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моделирование пусковых процессов асинхронных двигателей при использовании тиристорных регуляторов напряжения, реакторов, автотрансформаторов и трансформаторно-тиристорных пусковых устройств // Вечеркин М.В., Славгородская Е.В., Славгородский В.Б., Сарваров И.А. Труды VII Международной (VII Всероссийской) научно-технической конференции по автоматизированному электроприводе. Иваново: ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2012. С. 350-355.

2. Электропривод центробежного литья валков по системе ТПН – АД: монография / Сарваров А.С., Петушков М.Ю., Стригов А.Д., Сарваров И.А., Валяева А.М. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 134 с.

INFORMATION IN ENGLISH**UPGRADED VERSIONS OF ELECTRIC DRIVES FOR MINING DUMPERS**

Karimsakov T.K.

Production problems of asynchronous electric drives for mine dumpers are considered. Possible ways of electric drive modernization aimed at improvement of their reliability and extension of their service life have been analyzed.

Keywords: mine car dumper, asynchronous electric drive, thyristor voltage regulator.

REFERENCES

1. Vecherkin M.V., Slavgorodskaja E.V., Slavgorodskij V.B., Sarvarov I.A. *Modelirovanie puskovyh processov asinhronnyh dvigatelej pri ispolzovanii tiristornyh reguljatorov naprjazhenija, reaktorov, avtotransformatorov i transformatorno-tiristornyh puskovyh ustrojstv* [Induction

motor start modeling using thyristor voltage regulators, reactors, autotransformers, and transformer-thyristor starting devices]. Scientific papers of VII International (VII All-Russian) scientific conference on automatic electric drive. FSBEI HPE «Ivanovo state power engineering university». Ivanovo, 2012, pp. 350-355.

2. Sarvarov A.S., Petushkov M.Ju., Strigov A.D., Sarvarov I.A., Valjaeva A.M. *Elektroprivod tsentrobezhnogo litya valkov po sisteme TPN - AD* [Electric drive of centrifugal roll casting in the system thyristor voltage converter - induction motor]: monograph. Magnitogorsk. Nosov State Technical University, 2010, 134 p.

УДК 621.771.25 – 83

Сафин И.Р., Лукьянов С.И., Бодров Е.Э.

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ РАЗМОТОЧНОГО АППАРАТА
СТАНА ПО ПРОИЗВОДСТВУ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ**

Приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований возможности реализации разработанных технологических требований к электроприводе размоточного аппарата на стане ISF 5 ОАО «ММК-МЕТИЗ». Разработана методика расчета задания на момент электродвигателя размоточного аппарата с целью поддержания натяжения в промежутке размоточный аппарат - клеть профилирования на заданном уровне. Разработана функциональная схема системы управления электроприводом размоточного аппарата и алгоритм расчета задания на момент электродвигателя размоточного аппарата, реализация которых позволит обеспечить требуемое качество профиля арматурной проволоки. Разработанный алгоритм управления электроприводом размоточного аппарата обеспечивает поддержание натяжения перед входом в клеть профилирования на заданном уровне при изменении радиуса заполнения катушки проволокой, диаметра проволоки и технологических условий изготовления арматуры.

Ключевые слова: арматура, глубина насечки, электропривод, размоточный аппарат, система управления, алгоритм.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из новейших технологических решений по производству высокопрочной стабилизированной арматуры для железобетонных шпал является со-

вмещение процессов нанесения насечки на проволоку и стабилизации механических свойств арматуры с применением наноструктурирования поверхности последней. Основным участком, где формируется

качество насечки арматурной проволоки, является участок размотки проволоки.

На рис. 1 приведена структурная схема оборудования и электропривода участка размотки проволоки стана ISF 5. Функционально электропривод размоточного аппарата в рабочем режиме производства арматуры формирует в проволоке натяжение F_p в промежутке размоточный аппарат 1 - клеть профилирования 3. Электроприводы кабестанов 6, 7 обеспечивают требуемую по технологии скорость обработки проволоки на стане (для диаметра проволоки d_1 скорость обработки проволоки $V_{ld1} = 200$ м/мин, для $d_2 - V_{ld2} = 70$ м/мин) [1].

Структурная схема участка размотки содержит: электродвигатели 8 размоточного аппарата, кабестанов 1, 2; преобразователи частоты (ПЧ) 9; контроллер Simatic S7 315-2DP 10 и панель управления 11 оператора Siemens OP 270. Задания на скорость обработки проволоки и величину момента электродвигателя размоточного аппарата задаются оператором в ручном режиме на панели управления 11 станом.

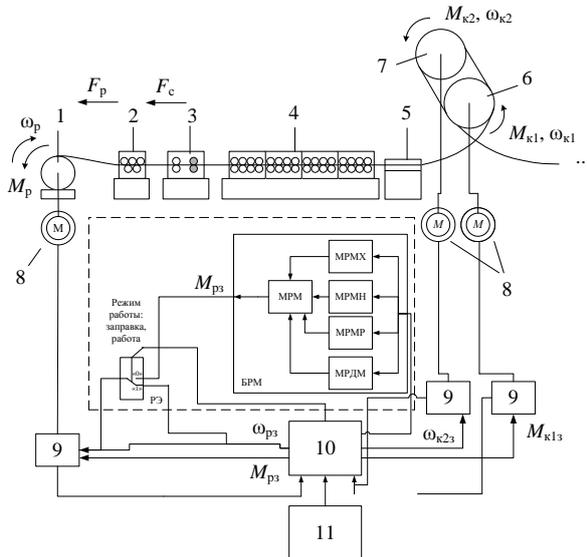


Рис. 1. Структурная схема участка размотки проволоки с катушки стана ISF 5:

- 1 – размоточный аппарат; 2 – ролик с правильным устройством; 3 – клеть профилирования; 4 – ролик с рихтовальным устройством; 5 – промывочная ванна;
- 6 – кабестан 1; 7 – кабестан 2; 8 – электродвигатели;
- 9 – преобразователи частоты; 10 – контроллер Simatic S7 315-2DP; 11 – панель оператора Siemens OP 270

Заданные значения передаются в контроллер 10 Simatic S7 315-2DP. Контроллер выдает задания на ПЧ 9 соответствующих узлов участка размотки стана ISF 5: на ПЧ размоточного аппарата и кабестана 1 в рабочем режиме задание на момент электродвигателей M_{zp} , M_{zk1} соответственно; в заправочном - на угловую скорость вращения электродвигателей ω_{zp} , ω_{zk1} , ω_{zk2} ; на ПЧ кабестана 2 в рабочем и заправочном режимах задание на угловую скорость вращения электродвигателя кабестана 2 ω_{zk2} [2].

На рис. 2 изображена система управления электроприводом размоточного аппарата стана ISF

5. Система управления электроприводом включает в себя пульт оператора ПО, блок управления БУ, регулятор скорости РС, регулятор тока РТ, блок ограничения момента БОМ, преобразовательное устройство ПУ и асинхронный двигатель M с датчиком скорости ДС, датчик тока ДТ. В режиме «Работа» персоналом задаются на панели оператора (ПО) все основные настройки стана, которые передаются в блок управления (БУ) для последующей обработки. Сигнал задания на момент на выходе регулятора скорости (РС) поступает на блок ограничения момента (БОМ), где формируется задание на ток электродвигателя (М). Сигнал задания тока на выходе блока ограничения момента (БОМ) поступает на вход регулятора тока (РТ), где формируется управляющее воздействие на преобразовательное устройство (ПУ). На вход регулятора тока (РТ) также поступает сигнал с датчика тока (ДТ). В режиме «Заправка» обработанный сигнал задания на угловую скорость вращения электродвигателя размоточного аппарата, а также сигнал обратной связи по угловой скорости с датчика скорости (ДС) поступает на вход регулятора скорости, сигнал задания на момент электродвигателя не подается на вход блока ограничения момента (БОМ) и система работает в режиме поддержания скорости электродвигателя размоточного аппарата на заданном уровне.

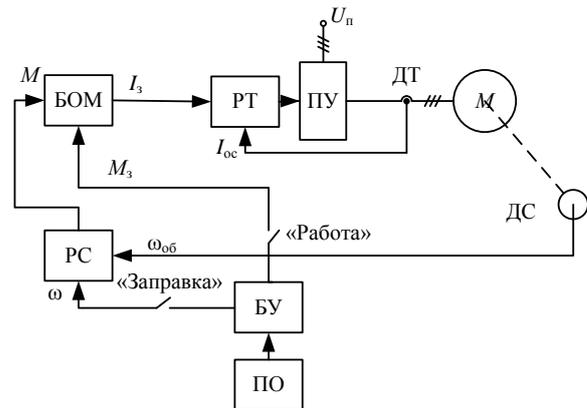


Рис. 2. Система управления электроприводом размоточного аппарата стана ISF 5:

- ПО – пульт оператора; БУ – блок управления;
- РС – регулятор скорости; ДС – датчик скорости;
- БОМ – блок ограничения момента; РТ – регулятор тока;
- ДТ – датчик тока; ПУ – преобразовательное устройство;
- М – электродвигатель

В результате экспериментальных и теоретических исследований влияния параметров работы электроприводов стана ISF 5, установленного в ОАО «ММК-МЕТИЗ», на глубину насечки периодического профиля стальной арматуры было установлено:

– к электроприводам основных электроприводов стана по производству стальной арматуры предъявляются типовые технологические требования по обеспечению безаварийной работы станов по производству армированной проволоки с наноструктурированной поверхностью. Требования к электропри-

водам с позиции обеспечения требуемого качества насечки арматуры в автоматическом режиме отсутствуют;

– изменение величины момента на электродвигателе размоточного аппарата стана значимо влияет на изменение глубины насечки стальной арматуры, влиянием же величины натяжения в проволоке на участке между двумя группами кабестанов в зоне стабилизации механических свойств арматуры и взаимодействием указанных факторов можно пренебречь;

– в результате регрессионного анализа влияния величины натяжения в проволоке F_c на входе в клеть профилирования на изменение глубины насечки Δh были рассчитаны уравнения регрессии: $\Delta h=0,027-0,008 \ln(F_c)$ для случая производства стальной арматуры диаметром $d_1=5$ мм; $\Delta h=0,0467-0,009 \ln(F_c)$ для производства арматуры диаметром $d_2=9,98$ мм; доверительные интервалы указанных уравнений регрессии;

– определены интервалы допустимого изменения натяжения F_c для обеспечения глубины насечки в пределах допусков для диаметров проволоки d_1 и d_2 , а именно: для диаметра d_1 требуется поддержание натяжения F_c в пределах от 610 до 750 Н; для диаметра d_2 поддержание F_c в пределах от 261 до 700 Н; – сформулированы следующие дополнительные технологические требования:

1) в системе управления электроприводом размоточного аппарата должна быть предусмотрена возможность расчета требуемого по технологии натяжения между размоточным аппаратом и клетью профилирования.

Для реализации данного технологического требования необходимо разработать методику расчета целесообразного изменения момента электродвигателя размоточного аппарата с учетом изменения диаметра смотки проволоки с катушки барабана в целях стабилизации натяжения перед клетью профилирования;

2) в системе управления электроприводом размоточного аппарата должна быть предусмотрена возможность целесообразного изменения момента электродвигателя размоточного аппарата в целях поддержания натяжения в проволоке на входе в клеть профилирования в пределах допустимых значений [3-5].

– для технологических условий изготовления арматуры диаметром d_1 и d_2 на стане ISF 5 рассчитаны регрессионные уравнения изменения величины момента холостого хода M_{xx} при изменении угловой скорости вращения электродвигателя размоточного аппарата и радиуса R_k заполнения катушки проволокой:

для диаметра проволоки d_1

$$M'_{xx} = 0,012\omega_p + 19,04; \quad (1)$$

для диаметра проволоки d_2

$$M''_{xx} = 0,034\omega_p + 16,94. \quad (2)$$

АКТУАЛЬНОСТЬ

Практическая реализация указанных новых технологических требований к электроприводу размоточного аппарата позволит улучшить качество стальной арматуры для производства железнодорожных шпал в части обеспечения изменения глубины насечки на проволоке в пределах допусков в автоматическом режиме непосредственно в рабочем процессе ее изготовления.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В работе поставлена задача разработки функциональной схемы и алгоритма системы управления электроприводом размоточного аппарата, реализующих в автоматическом режиме новые технологические требования.

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

С целью определения значимости изменения натяжения проволоки в промежутке размоточный аппарат – клеть профилирования при изменении радиуса R_k заполнения катушки проволокой на стане ISF 5 выполнены следующие исследования:

1. По экспериментальным данным построены графики зависимости изменения величины момента M_p в функции изменения радиуса R_k в существующей системе управления для различных уровней задания на величину момента электродвигателя размоточного аппарата в диапазоне $(0,2-0,7)M_{рн}$ (рис. 3).

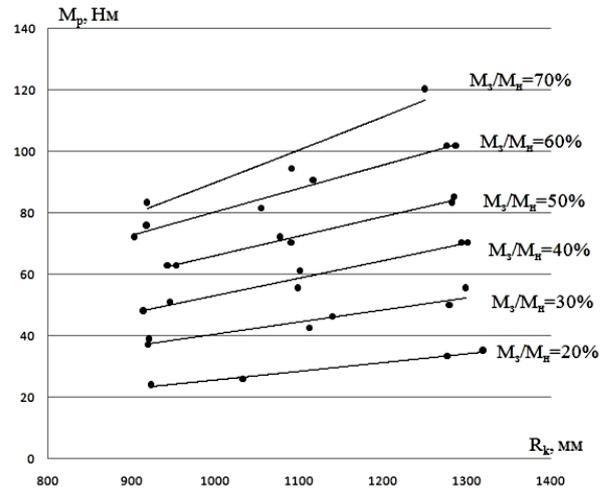


Рис. 3. Экспериментальная зависимость момента электродвигателя размоточного аппарата M_p от радиуса R_k заполнения катушки проволокой размоточного аппарата для диаметров проволоки d_1 и d_2

2. С целью определения эффективности работы существующей на стане ISF 5 системы управления электроприводом размоточного аппарата по стабилизации натяжения в промежутке размоточный аппарат – клеть профилирования при изменении радиуса R_k заполнения катушки по экспериментальным графикам $M_p=f(R_k)$ (см. рис. 3) были рассчитаны изменения натяжения перед входом в клеть профилирования $F_c=f(R_k)$ отдельно для диаметров про-

волоки d_1 и d_2 (рис. 4).

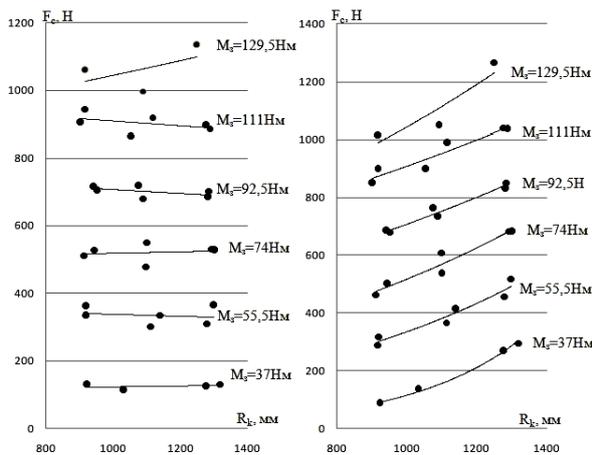


Рис. 4. Экспериментальная зависимость $F_c=f(R_k)$: а – для диаметра проволоки d_1 ; б – для диаметра проволоки d_2

На основании графиков рис. 4 можно сделать следующие выводы: существующая система управления не обеспечивает стабилизацию величины натяжения перед входом в клеть профилирования F_c при изменении радиуса заполнения катушки на размотке R_k при изготовлении арматуры диаметром d_2 ; существующая система управления не учитывает изменение диаметра d_n обрабатываемой проволоки.

В связи с тем, что в процессе размотки проволоки с катушки изменяются $M_{xx}=f(\omega_p)=f(R_k)$, $M_{нат}=f(R_k)$, $M_r=f(R_k)$, $\omega_p=f(R_k)$, при построении системы стабилизации натяжения перед входом в клеть профилирования необходимо учитывать изменение составляющих от общего момента электродвигателя M_{xx} , $M_{нат}$, M_r [6].

На основании вышесказанного, с целью стабилизации натяжения проволоки перед входом в клеть профилирования была разработана следующая методика расчета целесообразного изменения момента электродвигателя размоточного аппарата при изменении радиуса заполнения катушки R_k :

1. Для рабочей скорости V_l обработки проволоки на стане рассчитывается угловая скорость ω_p электродвигателя размоточного аппарата

$$\omega_p = \frac{i_p \cdot V_l}{R_k}, \quad (3)$$

где i_p – передаточное число редуктора размоточного аппарата.

2. Радиус заполнения катушки проволокой R_k рассчитывается в существующей системе управления станом по формуле

$$R_k = \frac{\omega_{kab2} \cdot R_{k\text{coef}}}{\omega_p}, \quad (4)$$

где ω_{kab2} – угловая скорость электродвигателя кабестана 2, об/мин; $R_{k\text{coef}}$ – коэффициент смотки материала с катушки, мм.

3. По экспериментальным зависимостям (1) или (2) для диаметра обрабатываемой проволоки d_n и угловой скорости электродвигателя размоточного аппарата ω_p определяется текущая величина момента холостого хода M_{xx} электропривода размоточного аппарата.

4. Выполняется расчет составляющей момента двигателя размоточного аппарата, необходимой для разгиба проволоки с катушки [7]

$$M_r = \frac{S_n}{i_p} \cdot \left(\frac{\sigma_T \cdot d_n}{4} - \frac{\sigma_T^3 \cdot R_k^2}{3 \cdot E_n^2 \cdot d_n} \right), \quad (5)$$

где S_n – площадь поперечного сечения проволоки, м^2 ; σ_T – предел текучести проволоки-заготовки, Н/м^2 ; d_n – диаметр проволоки-заготовки, м; R_k – радиус заполнения катушки проволокой, м; E_n – модуль упругости Юнга, Н/м^2 .

5. Выполняется расчет усилия протягивания проволоки через правильные ролики по методике А. Л. Гарнаевского [8].

Угол обхвата катанкой ролика ρ

$$\rho = \frac{1}{2}(d_n + D), \quad (6)$$

где D – диаметр ролика, м.

Усилие протягивания проволоки через n роликов рассчитывается по формуле

$$F_q = 1,36 \left(3 - \left(\frac{(\rho + r_n)\sigma_T}{r_n \cdot E_n} \right)^2 \right) \times \times \frac{\sigma_T \cdot d_n^3}{z} \cdot \left(1 + f \frac{R_1}{R} \right) \cdot \frac{n-1}{2}, \quad (7)$$

где r_n – радиус проволоки-заготовки, м; z – расстояние между осями первого и последнего роликов, м; f – коэффициент трения сталь-сталь; R_1 – радиус цапфы ролика, м; R – радиус ролика, м; n – количество роликов.

6. Согласно полученным в [1] зависимостям $\Delta h=f(F_c)$ определяется натяжение F_c перед входом в клеть профилирования для минимизации отклонения глубины насечки Δh .

7. Выполняется расчет натяжения проволоки в промежулке размоточный аппарат – правильные ролики:

$$F_p = F_c - F_q. \quad (8)$$

8. Выполняется расчет составляющей момента, идущей на создание натяжения проволоки в промежулке размоточный аппарат – правильные ролики:

$$M_{pa} = \frac{F_p \cdot R_k}{i_p}. \quad (9)$$

9. Выполняется расчет величины статического

момента на валу электродвигателя размоточного аппарата:

$$M_{p_c} = M_{p_a} - M_{x_x} - M_r. \quad (10)$$

10. Выполняется расчет приведенного к валу момента инерции [6]:

$$J_{\Sigma} = J_0 + \frac{1}{2i_p} \cdot \pi \cdot b \cdot q \cdot (R_k^2 - R_{k_{\min}}^2), \quad (11)$$

где J_0 – постоянная составляющая момента инерции приведенная к валу двигателя; $R_{k_{\min}}$ – минимальный радиус заполнения катушки проволокой, м; b – ширина мотка в катушке, м; q – удельный вес материала, кг/м².

11. Выполняется расчет динамического момента на валу электродвигателя размоточного аппарата:

$$M_{p_{\text{дин}}} = \frac{i_p \cdot J_{\Sigma}}{R_k} \cdot \frac{dV_l}{dt} + \frac{V_l \cdot i_p \cdot J_{\Sigma}}{R_k^2} \cdot \frac{dR_k}{dt} + \frac{\omega_p}{2} \cdot \frac{dJ_{\Sigma}}{dt}. \quad (12)$$

12. Рассчитывается величина общего момента электродвигателя размоточного аппарата:

$$M_{p_s} = M_{p_c} + M_{p_{\text{дин}}}. \quad (13)$$

Проведенные исследования позволили разработать систему управления электроприводом размоточного аппарата стана по производству стальной арматуры. Блок - схема системы управления электроприводом размоточного аппарата изображена на **рис. 1**.

Дополнительно в существующую систему управления включен блок расчета момента (БРМ) перед входом в клеть профилирования, который состоит из пяти функциональных модулей: модуля расчета момента холостого хода (МРМХ); модуля расчета момента разгиба (МРМР); модуля расчета момента, необходимого для создания натяжения (МРМН); модуля расчета динамического момента (МРДМ); модуля расчета момента размоточного аппарата (МРМ) и релейного элемента (РЭ).

В нормальном режиме работы стана управление электроприводом размоточного аппарата производится от блока расчета момента БРМ. Диаметр проволоки, параметры правильного устройства и другие технологические условия производства арматуры вводятся оператором на панели оператора ОР 270 стана ISF 5.

При задании диаметра проволоки и технологических условий производства арматуры на панели оператора заданные значения передаются в модули блока расчета момента БРМ. По разработанной ме-

тодике в блоках МРМХ, МРМР, МРМН и МРМД рассчитываются составляющие задания на момент электродвигателя размоточного аппарата. В модуле МРМ происходит суммирование всех составляющих момента согласно п. 9, 12 разработанной методики. Радиус заполнения катушки проволокой рассчитывается в контроллере стана по алгоритму, разработанному фирмой Mario Frigerio S.p.a.

В заправочном режиме работы стана входы релейных элементов РЭ переключены в положение «1», и управление электроприводом размоточного аппарата осуществляется от штатной АСУ ТП. При запуске стана в нормальном режиме работы управление электроприводом размоточного аппарата стана для производства арматуры ISF5 передается блоку БРМ путем переключения релейного элемента РЭ в положение «0».

После смотки проволоки с катушки размоточного аппарата происходит автоматическая остановка стана для замены катушки и сварки конца проволоки. В связи с этим происходит перевод стана в заправочный режим работы. РЭ переключается в положение «1», в результате чего управление электроприводом размоточного аппарата вновь передается АСУ ТП стана. После окончания сварки проволоки подготовка размоточного аппарата завершается нажатием кнопки «Пуск» на пульте управления размоточным аппаратом, РЭ переключается в положение «0», управление размоточным аппаратом передается разработанному алгоритму.

Алгоритм управления электроприводом размоточного аппарата линии по производству арматуры предложено реализовать в существующем микропроцессорном контроллере Simatic S7 315 - 2DP. Данный алгоритм реализован в блоке БРМ системы управления электроприводом размоточного аппарата стана (**рис. 1**, пунктирная линия).

Разработанный алгоритм (см. **рис. 5**) позволяет осуществлять управление электроприводом размоточного аппарата в рабочем режиме производства стальной арматуры. При этом размоточный аппарат работает в режиме автоматической стабилизации натяжения между размоточным аппаратом и клетью профилирования. Управление электроприводами кабестанов 1, 2, 3, 4, индукционной печи, тянущих роликов, намоточных аппаратов и отрезного станка по-прежнему осуществляется по заданию АСУ ТП стана.

Предложенная функциональная схема и алгоритм системы управления электроприводом размоточного аппарата позволяют поддерживать на заданном уровне натяжение в промежутке размоточный аппарат – клеть профилирования путем изменения момента на электродвигателе размоточного аппарата при изменении радиуса заполнения катушки с целью обеспечения качества профиля.

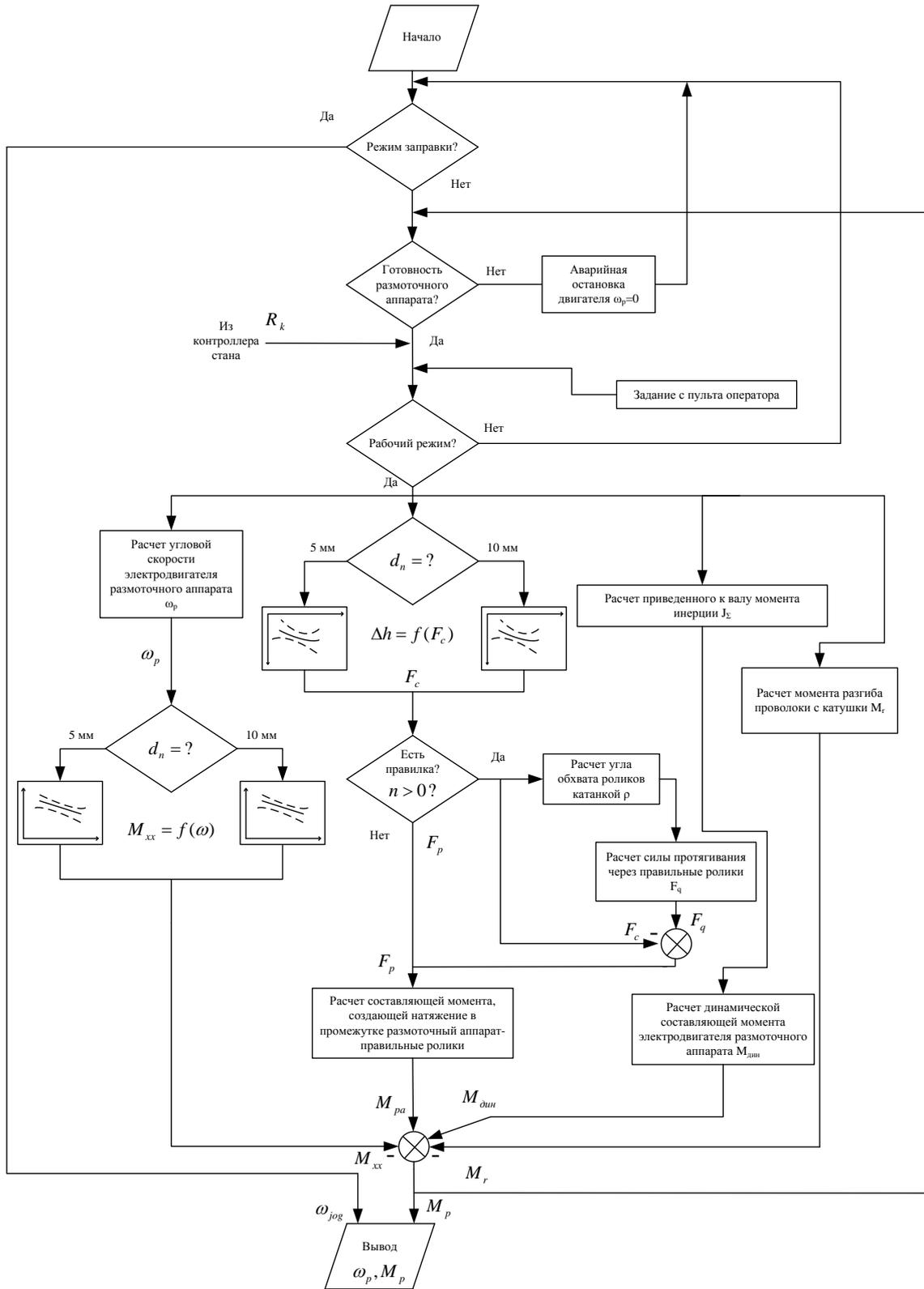


Рис. 5. Графическое представление алгоритма расчета задания на момент электропривода размоточного аппарата стана ISF 5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафин И.Р., Лукьянов С.И., Бодров Е.Э. Исследование влияния параметров настройки электроприводов стана ISF5 на качество продукции // *Электротехнические системы и комплексы: междунар. сб. науч. тр.* / под ред. Г.П. Корнилова, Е.А. Пановой. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им Г.И. Носова, 2013. Вып. 21. С. 33-40.
2. PC WIRE LINE ISF5]: док. к оборотам: Mario Frigerio S.p.A, 2006. 166 с.
3. Сафин И.Р. Разработка системы управления натяжением размоточного аппарата линии по производству арматурной стали с целью повышения качества продукции // *Материалы докладов IX Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения»* / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2014. Т.1. С. 400-401.
4. Сафин И.Р., Лукьянов С.И., Бодров Е.Э. Разработка математической модели очага деформации роликовой

клетки профилирования стана ISF 5 сталепроволочно-канатного цеха ОАО «ММК-МЕТИЗ» // *Интеллектуальные энергосистемы: труды I Международного молодежного форума: Т.2. Материалы I Международного форума «Интеллектуальные энергосистемы»*. 2013. С.190 - 194.

5. Лукьянов С.И. Панов А.Н., Васильев А.Е. Основы инженерного эксперимента: учеб. пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2006. 94 с.

6. Радионов А.А., Карандаев А.С. Автоматизированный электропривод намоточно-размоточных устройств агрегатов прокатного производства. Магнитогорск: МГТУ, 1999. 131 с.

7. Радионов А.А. Автоматизированный электропривод станов для производства стальной проволоки: монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. 311 с.

8. Тарнавский А.Л. Силовые условия волочения с использованием роликовых окалиноломателей // *Сталь*. 1965. №2. С. 182-184.

INFORMATION IN ENGLISH

CONTROL SYSTEM OF LAYOUT MACHINE ELECTRIC DRIVE OF MILL MAN-UFACTURING STEEL REINFORCEMENT

Safin I.R., Lukyanov S.I., Bodrov E.E.

Results of experimental and theoretical studies and the application of the developed technology requirements for the layout machine electric drive of the mill ISF 5 OJSC "MMK-METIZ" are given. A method of calculating the set value for torque of the layout machine electric drive in order to maintain tension between the layout machine and the shaping stand at a given level was developed. The authors developed a functional diagram and an algorithm of layout machine electric drive control system for calculating of set value for torque, which make it possible to ensure the required quality of the reinforcing wire profile. The developed algorithm of the layout machine electric drive control system maintains tension before the shaping stand at a given level when the radius of the wire coil changes, controls wire diameter and technological conditions of reinforcement production.

Keywords: reinforcement, depth of cuts, electric drive, layout machine, control system, algorithm.

REFERENCES

1. Safin I.R., Lukyanov S.I., Bodrov E.E. *Issledovanie vliyaniya parametrov nastroyki elektroprivodov stana ISF 5 na kachestvo produkcyi* [Research of the electric drive settings influence on product quality at ISF5 production line] // *Elektrotekhnicheskie komplekxy I sistemy* [Electro technical complexes and systems]. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2013, vol. 21, pp. 33-40.
2. PC WIRE LINE ISF5, Italia, Mario Frigerio S.p.A, 2006. 166 p.
3. Safin I.R. *Razrabotka sistemy upravleniya natyazheniem razmotochnogo apparata linii po proizvodstvu armaturnoy stali s tselyu povysheniya kachestva produkcyi*

[Development of tension control system of layout machine for production of reinforcing steel in order to improve product quality]. Proceedings of the IX International Youth Conference "Tinchurin's reading". Kazan, KGEU, 2014, vol. 1, pp. 400-401.

4. Safin I.R., Lukyanov S.I., Bodrov E.E. *Razrabotka matematicheskoy modeli ochaga deformatsyi rolikovoy kleti profilirovaniya stana ISF 5 staleprovolochno-kanatnogo ceha OJSC "MMK-METIZ"* [Development of a mathematical model of deformation zone of roller cage profiling mill ISF 5 steel wire rope plant OJSC "MMK-METIZ"]. Intellectual energy system: proceedings of the I International Youth Forum, 2013, vol. 2, pp. 190-194.

5. Lukyanov S.I., Panov A.N., Vasilev A.E. *Osnovy inzhenernogo eksperimenta* [Basics of the engineering experiment]. Magnitogorsk, MGTU, 2006. 94 p.

6. Radionov A.A., Karandaev A.S. [Avtomatizirovanny elektroprivod namotochno-razmotochnykh ustroystv agregatov prokatnogo proizvodstva] Automated electric drive of winding – unwinding devices at rolling aggregates. Magnitogorsk, Nosov Magnitogorsk State Technical University, 1999, 131 p.

7. Radionov A.A. *Avtomatizirovanny elektroprivod stanov dlya proizvodstva stalnoy provoloki* [Automated electric drive of steel wire production lines]. Magnitogorsk, Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2007, 311 p.

8. Tarnavskiy A.L. *Silovye usloviya volocheniya s ispolzovaniem rolikovykh okalinolomateley* [Strength terms of drawing process with roller descaling]. *Stal* [Steel], 1965, no.2, pp. 182-184.