

УДК.621.34:677

Г.С. Якимчук, С.Г. Якимчук, С.А. Войцеховский

ОБОСНОВАНИЕ ВЕЛИЧИН ПОТОКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЧЕРЕЗ ПРИВОДНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ТРАНСПОРТНО- НАВИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ШЛИХТОВАЛЬНЫХ МАШИН

Складено структурну схему розподілу потужностей по вузлах і елементах електромеханічної системи транспортно-навиваючих пристроїв шліхтовальних машин з одно- і дводвигуновими електроприводами. З'ясовано причину невідповідності встановлених потужностей приводних електродвигунів і надано рекомендації щодо їх вибору.

Введение. Сложность процессов транспортирования и навивания на ткацкий навой основных нитей на шлихтовальных машинах явилась причиной большой разновидности приводов и их систем управления [1]. В зависимости от принципов решения вопросов регулирования скорости и связи между транспортирующими валиками, жестко связанными мажорным валом, и механизмом ткацкого навоя, их можно свести к двум видам: с однодвигательными нерегулируемыми и с двухдвигательными регулируемыми электроприводами. В однодвигательных приводах линейная скорость движения нитей (скорость шлихтования), осуществляемая скоростью вращения транспортирующих валов, регулируется при помощи механических вариаторов, а для изменения частоты вращения ткацкого навоя относительно частоты вращения выпускных валков предусмотрены фрикционы. В двухдвигательных регулируемых электроприводах ткацкий навой механически не связан с мажорным валом (транспортирующими валками), а приводится в движение от своего электродвигателя. Скорость шлихтования и частота вращения навоя регулируется непосредственно электродвигателями, соответственно ткацкого навоя и мажорного вала.

Не смотря на то, что выполняемые технологии шлихтовальными машинами с одно- и двухдвигательными электроприводами одинаковы, что способствует потреблению одинакового количества электроэнергии, установленная мощность двигателей в двухдвигательном электроприводе, особенно двигателя навоя, значительно отличается в большую сторону от мощности общего двигателя в электроприводе с однодвигательным исполнением, вызывая сомнения и трудности при их выборе.

Постановка задачи исследования. При помощи электромеханической структурной схемы распределения мощностей по узлам и элементам транспортно-навивающего устройства шлихтовальной машины аналитически обосновать величины потоков потребляемой электроэнергии, выяснить причины неравнозначностей установленных мощностей приводных двигателей в одно- и двухдвигательном электроприводе и дать рекомендации по выбору их мощности.

Содержание исследований. С точки зрения затрат электроэнергии на осуществление движения основных нитей и транспортирующих органов электромеханическую структуру шлихтовальной машины можно изобразить обобщенной схемой распределения мощностей по узлам и элементам ее кинематики. Такая схема, составленная для машин с одно- и двухдвигательными электроприводами, изображена на рис.1.

На этом рисунке обозначены: СВ – сновальные валики, с которых сматываются нити основы; ТН – ткацкий навой, на который навиваются ошлихтованные нити основы; ТВ, ОВ и ВВ – тянущие, отжимные и выпускные (транспортирующие) валы, жестко связанные мажорным валом МВ; Д – электродвигатель для машин с однодвигательным электроприводом; Д1 и Д2 – электродвигатели мажорного вала и механизма ткацкого навоя в машинах с двухдвигательным электроприводом; ΔP_V и ΔP_ϕ – потери мощности в вариаторе регулирования скоростей шлихтования и фрикционе, связывающего гибкой связью ткацкий навой с мажорным валом, однодвигательного электропривода; ΔP_1 и ΔP_6 – потери мощности в тормозных устройствах сновальных валиков и механизмах ткацкого навоя; ΔP_2 , ΔP_3 , ΔP_4 и ΔP_5 – потери мощности в передачах транспортирующих валков (тянущих ТВ1, отжимных ОВ, тянущих ТВ2, выпускных ВВ); ΔP_{II1} и ΔP_{II2} – потери мощности в регулируемых источниках питания двигателей Д1 и Д2; P_M и P_H – потребление мощности электроприводами мажорного вала и ткацкого навоя; P_1 – потребляемая мощность однодвигательным электроприводом; P_2 – потребляемая мощность двухдвигательным электроприводом; P_{II1} и P_{II2} – «циркулирующие

мощности» в кинематической и электромеханической цепях; V_1 и V_6 – линейные скорости разматывания и наматывания основных нитей; V_2, V_3, V_4 и V_5 – скорости движения нитей в стыках транспортирующих валов; F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 – натяжение нитей в зонах I, II, III, IV, V шлихтовальной машины.

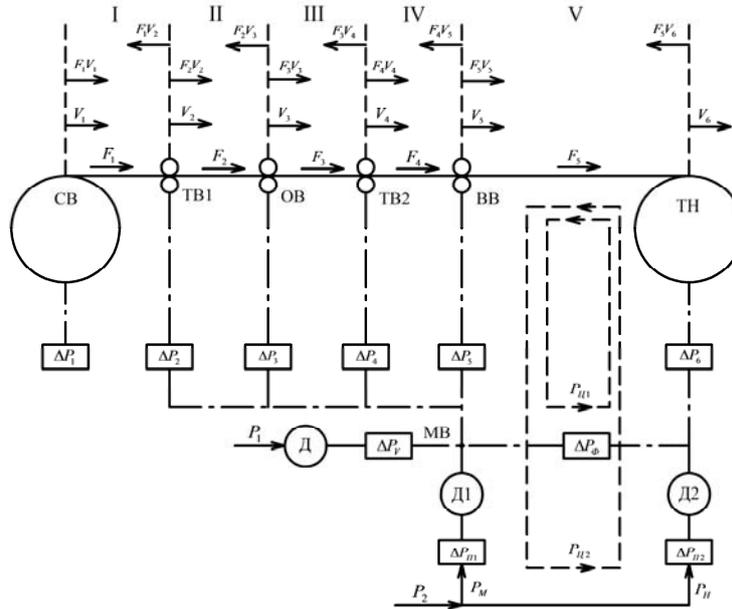


Рис. 1. Структурная схема распределения мощностей по узлам транспортно-навивающего устройства шлихтовальной машины

Баланс мощностей электромеханической структуры для схемы с однодвигательным электроприводом запишется следующим образом:

$$P_1 = \Delta P_V + \Delta P_\phi + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + F_1 \cdot V_2 - F_2 \cdot V_2 + F_2 \cdot V_3 - F_3 \cdot V_3 + F_3 \cdot V_4 - F_4 \cdot V_4 + F_4 \cdot V_5 - F_5 \cdot V_5 + F_5 \cdot V_6. \quad (1)$$

Так как $V_2 > V_1, V_3 > V_2, V_4 > V_3, V_5 > V_4, V_6 > V_5$ и $F_1 \cdot V_2 = F_1 \cdot V_1 + F_1(V_2 - V_1)$, где $F_1 \cdot V_1 = \Delta P_1$ – потери мощности в тормозных устройствах сновальных валков, то

$$P_1 = \Sigma \Delta P + \Sigma P_F, \quad (2)$$

где $\Sigma \Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_V + \Delta P_\phi$ –

– потери мощности в механических передачах;

$$\Sigma P_F = F_1(V_2 - V_1) + F_2(V_3 - V_2) + F_3(V_4 - V_3) + F_4(V_5 - V_4) + F_5(V_6 - V_5) - \quad (3)$$

– потери мощности на растяжение нитей в зонах транспортирования.

Расчетная мощность P_1 является основанием для выбора мощности приводного электродвигателя в однодвигательной системе. Аналогичным образом запишется баланс мощностей для системы с двухдвигательным электроприводом, только из-за отсутствия вариатора и фрикциона из (3) будут исключены потери мощности ΔP_V и ΔP_ϕ , а включены потери в регулируемых источниках питания $\Delta P_{П1}$ и $\Delta P_{П2}$, соответственно двигателей мажорного вала Д1 и механизма ткацкого навоя Д2:

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_{II1} + \Delta P_{II2}, \quad (5)$$

а потери на растяжение нитей (4) останутся без изменений.

Анализируя электромеханические структуры, приведенные на схеме (рис.1), можно сказать, что с точки зрения энергетического баланса они равнозначны, а с точки зрения установленной мощности приводных электродвигателей системы с двухдвигательными электроприводами более весомые не только по причине наличия двух двигателей, но и из-за своеобразного распределения мощностей. Так, для мажорного вала

$$P_{ЭМ} = \Delta P_{II1} + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + F_1(V_2 - V_1) + F_2(V_3 - V_2) + F_3(V_4 - V_3) + F_4(V_5 - V_4) - F_5 \cdot V_6, \quad (6)$$

а для механизма ткацкого навоя

$$P_{ЭН} = \Delta P_{II2} + \Delta P_6 + F_5 \cdot V_6. \quad (7)$$

Объясняется такое явление тем, что в них «циркулирующая мощность» P_{II2} , вызванная натяжением F_5 , замыкается по всей электромеханической цепи, где она нагружает двигатель Д2 навоя (7) и разгружает двигатель Д1 мажорного вала (6). При больших натяжениях двигатель Д1 может оказаться в режиме рекуперативного торможения, а мощность двигателя Д2 превысит потребляемую мощность из электрической сети питания P_2 . По этой причине номинальная мощность двигателя Д2 не должна быть меньшей расчетной P_H .

В структуре с однодвигательным электроприводом «циркулирующая мощность» P_{II1} замыкается только по механической цепи и не охватывает двигателя Д, который выбирается по мощности P_1 . В этом кроется сущность энергетического преимущества однодвигательного электропривода перед двухдвигательным. Однако, из-за несовершенства механических регулирующих устройств (вариатора и фракциона) однодвигательные электроприводы не могут конкурировать с двухдвигательными регулируемые, и по этой причине подавляющее большинство шлихтовальных машин оборудуются двухдвигательными регулируемые электроприводами.

Выводы:

1. На основе структурной схемы распределения мощностей по узлам и элементам электромеханической системы шлихтовальной машины сделан анализ величин потоков энергий, где определена причина неоднородности установленных мощностей приводных электродвигателей в одно- и двухдвигательном исполнении электроприводов.

2. Даны рекомендации по выбору мощностей приводных электродвигателей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Куликов А.М., Хавкин В.П. Многозонные перематывающие устройства как объекты автоматического управления // Технология текстильной промышленности. – 1968. – №1. – С. 121-123.

ЯКИМЧУК Георгий Сергеевич – к.т.н., профессор кафедры технической кибернетики Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

– автоматизированные электромеханические системы.

ЯКИМЧУК Сергей Георгиевич – инженер, соискатель ученой степени кандидата технических наук.

Научные интересы:

– электрические системы с неизменными параметрами.

ВОЙЦЕХОВСКИЙ Сергей Александрович – аспирант Херсонского национального технического университета.

Научные интересы:

– автоматизация технологических процессов.