

САУ НА ЧЕСТОТАТА НА ВЪРТЕНЕ НА ПРОМЕНЛИВОТОКОВ ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛ НА РЕЖЕЩИЯ МЕХАНИЗЪМ НА МАШИНА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА РЯЗАН ФУРНИР

Петър Петров¹, Ненчо Делийски², Веселин Брезин³

¹Лесопласт – Троян, e-mail: lesoplast@abv.bg

²Лесотехнически университет – София, e-mail: deliiski@netbg.com

³Лесотехнически университет – София, e-mail: brezin@abv.bg

РЕЗЮМЕ

В работата е представено устройството и действието на система за автоматично управление (САУ) на честотата на въртене на мощен променливотоков електродвигател на режещия механизъм на машина за производство на рязан фурнир. В САУ е вграден микропроцесорен програмируем регулатор на електрическото напрежение, запазващо управляемия електродвигател.

САУ е внедрена, в резултат на което е повишена значително производителността на машината за рязане на фурнир, понижени са нейните специфични енергийни разходи и е намалено интелектуалното натоварване на оператора на машината.

Ключови думи: рязан фурнир, машина за рязан фурнир, автоматично управление, честотен регулатор

УВОД

Рязането на фурнир от дървесните призми е важна част в технологичния процес на производството му. То се осъществява въз основата на безстърготинно стружково рязане с помощта на хоризонтални, наклонени или вертикални машини.

Машините за рязане на фурнир имат два основни механизма – режещ и подаващ, и няколко спомагателни механизми: механизъм за изхвърляне на отрязаните листове, механизъм за закрепване на обработваната призма и механизъм за управление (Филипов 1977). Режещият им механизъм се състои от три основни групи – режещ орган, двигател и механизъм за задвижване, осъществяващ възвратно-постъпателно движение на ножовия супорт при хоризонталните и наклонените машини или на дървесната призма при вертикалните машини.

Поради големите размери на призмите и на получаваните фурнирни листо-

ве от тях електродвигателят, който задвижва режещия механизъм, има сравнително голяма мощност – до няколко десетки киловата. Десетилетия наред задвижването на този механизъм се осъществяваше основно с помощта на електродвигатели за постоянен ток с независимо възбуждане, които позволяват плавно регулиране на скоростта на рязане в зависимост от размерите на призмите, дървесния вид, дебелината на фурнира и др. За електрозахранване на такива двигатели се използват мощни и скъпи токоизправители. Значителен недостатък на постояннотоковите двигатели е и използването на графитни четки в котвената им верига, които по време на работа се износват и се налага те да бъдат периодично диагностицирани и сменяни.

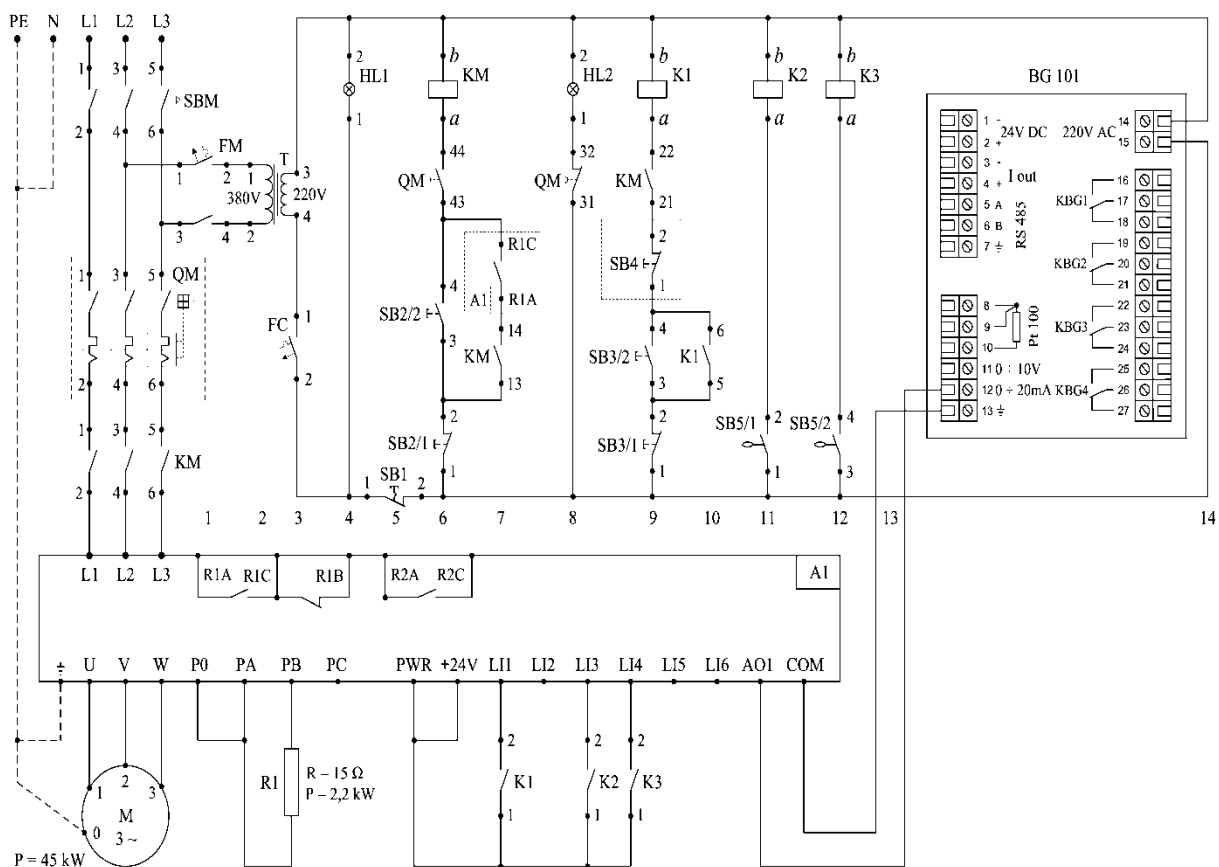
Изобретяването и усъвършенстването на микропроцесорни регулатори на честотата на електрическото напрежение позволи с тяхна помощ напоследък все по-

често постояннотоковите електрозадвигвания, дори тези с голяма мощност, да се заменят с променливотокови задвигвания с регулируема честота на въртене.

Цел на настоящата работа е описание на устройството и действието на разработена и внедрена от авторите система за автоматично управление (САУ) на честотата на въртене на мощен трифазен асинхронен електродвигател, с помощта на който се задвижва режещият механизъм на машина за рязане на фурнир.

ПРИНЦИПНА ЕЛЕКТРОСХЕМА НА САУ

На фиг. 1 е показана принципна електрическа схема на предлаганата САУ на честотата на въртене на електродвигателя на режещия механизъм на машина за рязане на фурнир. Предназначението на отделните елементи в САУ е следното (Делийски 2005):



Фиг. 1. Принципна електрическа схема на САУ на честотата на въртене на трифазен електродвигател, задвижващ режещия механизъм на машина за рязане на фурнир

1. М – електродвигател трифазен с накъсо съединен ротор, който задвижва режещия механизъм на машината за фурнир.

2. А1 – микропроцесорен програмируем регулатор на честотата на електрическото напрежение, което захранва електродвигателя М. Използваният в

САУ регулатор тип ATV71 на фирмата Schneider Electric може да се използва за регулиране на честотата на въртене на трифазни електродвигатели с накъсо съединен ротор с мощност от 45 kW до 75 kW. Той е снабден със следните изходи, входи и изходи:

- изводи L1, L2 и L3, на които се подава захранващото регулатора трифазно напрежение;
- изводи U, V и W, към които се присъединяват трите статорни намотки на управляемия двигател M;
- изводи P0, PA, PB и PC, към които се присъединяват спирачни резистори;
- 6 програмируеми логически входа LI1, LI2, LI3, LI4, LI5 и LI6;
- 3 програмируеми дискретни (релейни) изходи: 2 релета с нормално отворен (н.о.) R1A-R1C и R2A-R2C и 1 реле с нормално затворен (н.з.) R1C-R1B контакт;
- 1 аналогов изход (изводи AO1 и COM) с унифициран токов сигнал $0 \div 20 \text{ mA}$;
- 1 изход с постоянно напрежение 24V DC (изводи PWR и +24V) за захранване на електричните вериги на логическите входове на регулатора.

На фиг. 2 е показан лицевият панел на регулатора на честота тип ATV71.

3. R1 – спирачен резистор, включен към изводите P0, PA и PB на регулатора A1, с помощта на който се осъществява контролируемо спиране на двигателя M при прекъсване на захранващото напрежение към него, а също предпазване на регулатора от свръхнапрежение, пораждено от акумулираната кинетична енергия в инерционната маса на задвижвания режещ механизъм на машината.

4. SBM – превключвател триполюсен.

5. QM – пускател (стартер) моторен.

6. T – трансформатор понижаващ разделителен 380V AC/220V AC.

7. FM – предпазител автоматичен двуполюсен.



Фиг. 2. Общ вид на регулатора ATV71

8. FC – предпазител автоматичен еднополюсен.

9. KM – контактор, управляващ подаването на електрозахранване към регулатора A1 и електродвигателя M.

10. K1, K2, K3 – релета междинни, участващи в управлението на честотата на въртене на двигателя M.

11. BG 101 – барграф, визуализиращ цифрово скоростта на рязане на фурнира.

12. SB2/1 и SB2/2, респ. SB3/1 и SB3/2 – сдвоени в общ корпус съответно стопов и пусков бутон, които чрез последователно натискане се задействат алтернативно.

13. SB1, SB4 – аварийни стопови бутони, първият от които е разположен върху пулта за управление на машината, а вторият – извън него на удобно за персонала място.

14. SB5/1 и SB5/2 – н.о. контакти на джойстик без самозадържане, които се затварят при преместването на дръжката му в крайна предна и крайна задна негова позиция.

15. HL1, HL2 – лампи сигнални.

ДЕЙСТВИЕ НА САУ

При завъртане на ръчката на превключвателя SBM се подава трифазно захранващо напрежение 380V AC към регулатора A1. С натискане на бутона на автоматичния предпазител FM (верига 1¹²) се подава напрежение към първичната намотка на трансформатора T (2).

От вторичната намотка на трансформатора T след натискане на бутона на предпазителя FC (3) се захранват оперативните вериги на САУ с безопасно за обслужващия персонал променливо напрежение 230V AC, за наличието на което сигнализира със светването си лампата HL1. Тогава с натискане на пусковия бутон без самовъзвръщане, който е вграден в моторния пускател QM, се осъществява следното:

- затваряне на н.о. контакти 1–2, 3–4 и 5–6 на пускателя, осигуряващи условия за подаване на напрежение 380V AC към регулатора A1 и електродвигателя M;
- привеждане в работно състояние на вградената в пускателя термична защита на регулатора A1 и на двигателя M срещу евентуално претоварване, в резултат на което се затваря н.о. контакт QM (6), а н.з. контакт QM (8) се отваря;
- привеждане в работно състояние на вградената в пускателя автоматична защита срещу поява на късо съединение в захранващите вериги на регулатора A1 или в силовите вериги на двигателя M.

След подаване на захранващо напрежение към оперативните вериги на САУ в резултат на привеждане по описания начин в работно състояние на превк-

лючвателя SBM, моторния пускател QM и автоматичните предпазители FM и FC, действието на системата е следното.

Натиска се бутонът SB2/2 (6), който е със самовъзвръщане, и през затворилия се при натискането негов н.о. контакт и през вече затворения н.о. контакт QM (6) се подава захранващо напрежение към намотката на контактора KM (6). Той се задейства и затваря своите главни н.о. контакти, които са свързани в захранващите регулатора A1 вериги. В резултат на постъпилото към регулатора електрозахранване се затваря н.о. контакт на регулатора R1A-R1C (7) и през него и затворилия се вече н.о. помощен контакт на контактора KM (7) този контактор преминава на самозахранване и остава включен след отпускането на бутона SB2/2 (6), а регулаторът остава трайно захранен с трифазно напрежение и е в готовност за стартиране на работата на двигателя M.

Натиска се бутонът SB3/2 (9), който е със самовъзвръщане, и през затворилия се негов н.о. контакт и през вече затворения н.о. контакт KM (9) получава захранващо напрежение намотката на релето K1 (9). То се задейства и преминава на самозахранване през своя затворил се н.о. контакт K1 (10). Затварянето на друг негов н.о. контакт K1 осигурява подаване на захранващо напрежение 24V DC към логическия вход LI1 на регулатора A1. Тогава този вход се активира и регулаторът изработва на изводите си U, V и W (фиг. 1) програмираната в него минимална (базова) честота на напрежението, което захранва двигателя. Това напрежение предизвиква развъртане на двигателя до съответната базова честота на въртене, осигуряваща минимално изискуемата скорост на режещия механизъм на машината.

¹² По-нататък в скоби се дава само номерът на електрическата верига, в която се намира съответният елемент на САУ.

Освен минимално изискуемата, в регулатора са програмирани още максимално допустимата честота на напрежението за хранване на двигателя, а също стъпката, с която честотата на напрежението може да бъде променяна от минималната към максималната и обратно. Такава промяна на изработваната от регулатора честота на напрежението с цел достигане на желаната скорост на режещия механизъм на машината се задава с помощта на джойстика SB5, който е без samozадържане.

При наклоняване на ръчката на джойстика напред се затваря неговият н.о. контакт SB5/1 (11), при което се задейства релето K2 (11). Затварянето на неговия н.о. контакт K2 осигурява подаване на хранващо напрежение към логическия вход LI3 на регулатора и активиране на функцията му за увеличаване на честотата на напрежението. При задържане на н.о. контакт SB5/1 (11) в затворено състояние в течение на 1 s, регулаторът изработва програмираната в него стъпка за изменение на честотата на хранващото двигателя напрежение и я добавя към програмираната минимална стойност на честотата. При отпускане на ръчката на джойстика контактът му SB5/1 (11) се отваря и двигателят продължава да работи със зададената честота.

Ако н.о. контакт SB5/1 (11) бъде задържан в затворено състояние в течение на повече секунди, тогава програмираната минималната стойност на честотата на напрежението се увеличава с пропорционален на броя им стъпки в границите до достигане на програмираната максимална стойност на честотата. В резултат на това двигателят се развърта до честота на въртене, която съответства на зададената с джойстика честотата на хранващото го напрежение. Така може да бъде увелича-

вана стъпково и задавана желаната скорост на режещия механизъм на машината.

При наклоняване на джойстика назад се затваря неговият н.о. контакт SB5/2 (12), при което се задейства релето K3 (12). Затварянето на неговия н.о. контакт K3 осигурява подаване на хранващо напрежение към логическия вход LI4 на регулатора и активиране на функцията му за намаляване на честотата на изработваното от него напрежение. При задържане на н.о. контакт SB5/2 (12) в затворено състояние в течение на определен брой секунди регулаторът намалява текущата стойност на честотата на напрежението с пропорционален на секундите брой програмирани стъпки за изменение на честотата. По този начин се осигурява стъпално намаляване на скоростта на режещия механизъм на машината до достигане на желана стойност.

На своя аналогов изход AO1 регулаторът изработва сигнал $0 \div 20$ mA, който е пропорционален на моментната стойност на честотата на хранващото двигателя напрежение. Този изход е свързан с аналоговия вход на микропроцесорния програмируем барграф тип BG 101 на фирмата „Делта инструмент“ ООД. На цифровия дисплей на барграфа се визуализира броят на отрязваните за една минута листове фурнир, който е пропорционален на моментната скорост на режещия механизъм на машината.

При необходимост от временно спиране на режещия механизъм на машината се натиска един от стоповите бутони SB3/1 (9) или SB4 (9), при което релето K1 се изключва, н.о. му контакт се отваря и логическият вход LI1 се дезактивира. При следващо натискане на бутона SB3/2 (9) релето K1 се включва отново, входът LI1 се активира и режещият механизъм

започва да работи със скоростта, при която е бил изключен.

При натискане на бутона SB2/1 (6) се изключва контакторът КМ (6). Отварянето на неговите главни контакти прекратява подаването на захранващо напрежение към регулатора А1 и двигателя М и те се изключват. Контакторът КМ (6) се изключва също и при задействане на релето R1A-R1C на регулатора А1 вследствие претоварване на регулатора А1, при което затвореният дотогава н.о. контакт R1A-R1C (7) се отваря.

Контакторът КМ (6) се изключва и в случай на задействане на термичната защита на моторния пускател QM вследствие на претоварване на електродвигателя М. Тогава се отваря затвореният дотогава н.о. контакт QM (6) на пускателя, който се намира в затворено състояние при нормални условия на работа на двигателя. Отварянето на този контакт QM предизвиква изключване на контактора КМ и прекратяване подаването на захранващо напрежение към регулатора А1 и двигателя М и те се изключват.

По този начин се избягва пробив в изолацията на статорните намотки на двигателя поради продължителното топлинно действие на повишения му ток в режим на претоварване. При задействане на термичната защита на пускателя QM се затваря отворения дотогава н.з. контакт QM (8) и светва лампата HL2 (8), която сигнализира за претоварването на двигателя.

Двигателят М се изключва и при възникване на условия за задействане на защитата срещу късо съединение в пускателя QM. Тогава се отварят н.о. контакти на пускателя в захранващите вериги на регулатора А1, вследствие на което както регулаторът, така и електродвигателят се изключват.

Аварийно или трайно изключване на цялата САУ се осъществява чрез натискане на стоповия бутон без самовъзвръщане SB1 (5), който е снабден с ключе за трайното му застопоряване в изключено положение.

Автоматичните предпазители FM (1) и FC (3) предпазват веригите съответно на първичната и на вторичната намотка на трансформатора Т (вкл. и веригите на САУ) при евентуално възникване на късо съединение в тях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описаната в настоящата работа САУ е внедрена в Кооперация „Обнова“, с.Черни Осъм и се намира в продължителна непрекъсната експлоатация. Системата замени наличното електрозадвижение на машината с постояннотоков електродвигател с мощност 50 kW и възбуждане 5 kW, произведено преди около 40 години.

На фиг. 3 е показан общият вид на модернизираната чрез САУ вертикална машина за рязане на фурнир, като в средата на долния ѝ край се вижда асинхронният електродвигател на нейния режещ механизъм.



Фиг. 3. Общ вид на модернизираната чрез САУ машина за рязане на фурнир

На фиг. 4 е показан лицевият панел на пулта за управление на машината. Върху него освен елементите на САУ са разположени и останалите органи за уп-

равление на машината и транспортъорите, пренасящи отрязаните фурнирни листове към сушилната за фурнир. В горния десен ъгъл на пулта се вижда използваният в САУ барграф. При внедряването на САУ са понижени специфичните енергийни разходи на машината и е намалено интелектуалното натоварване на оператора.



Фиг. 4. Общ вид на новия пулт за управление на машината

Използваните при разработването на САУ подходи и технически средства могат да бъдат прилагани при решаването на аналогични задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Делийски, Н., (2005) Автоматика и автоматизация на дървообработващата и мебелната промишленост. I част. Основи на автоматиката и автоматизацията. Изд. къща на ЛТУ, София, 267 с.
2. Шишков, И., (1972) Фурнирно и шперплатно производство. Земиздат, София, 278 с.
3. Филипов, Г., (1977) Дървообработващи машини. Земиздат, София, 390 с.
4. Проспектни материали на Schneider Electric PLC и Делта инструмент ООД, София.

SYSTEM FOR AUTOMATIC CONTROL OF THE ROTATION FREQUENCY OF AN ELECTROMOTOR OF THE CUTTING MECHANISM OF MACHINE FOR PRODUCTION OF SLICE VENEER

Peter Petrov¹, Nencho Deliiski², Veselin Brezin³

¹Lesoplast – Troyan, e-mail: lesoplast@abv.bg

²University of Forestry – Sofia, e-mail: deliiski@netbg.com

³University of Forestry – Sofia, e-mail: brezin@abv.bg

ABSTRACT

This paper presents the structure and functions of system for automatic control of the rotation frequency of an alternating current powerful electromotor of the cutting mechanism of machine for slice veneer production. In the system a microprocessor programmable frequency regulator for the supplying of the controlled electromotor have been inbuilt.

There is already the automated system integrated, as a result of which the productivity of the veneer slice machine has improved significantly, the specific energy consumption has reduced and the intellectual pressure of the operator has decreased.

Key words: slice veneer, veneer cutting machine, automatic control, frequency regulator