



**СЪЮЗ ПО АВТОМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
„ДЖОН АТАНАСОВ”**



**ФЕДЕРАЦИЯ
НА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИТЕ СЪЮЗИ**

XXII Международен симпозиум

**УПРАВЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЙНИ,
ИНДУСТРИАЛНИ И ЕКОЛОГИЧНИ
СИСТЕМИ (УТЕОС)**

8 – 9 май 2014 г.

Банкя

СБОРНИК ДОКЛАДИ

XXII Международен симпозиум

**УПРАВЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЙНИ,
ИНДУСТРИАЛНИ И ЕКОЛОГИЧНИ
СИСТЕМИ (УТЕОС)**

СЪОРГАНИЗАТОРИ И СПОНСОРИ

ХАНИУЕЛ ЕООД
РИТБУЛ ЕООД
РИТАЛ ЕООД
СПЕСИМА
ОСКАР-ЕЛ ЕООД
АМК ЕООД
ЕТ ТРАПЕН
АГЕНЦИЯ СОФЕНА

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

М. Хаджийски – председател

Е. Николов	В. Петков
А. Топалов	Т. Тотев
И. Бачкова	Тр. Пензов
В. Андреев	Д. Стратиев
Д. Пенев	В. Ангелов
Т. Ненов	И. Симеонов
Л. Дуковска	М. Младенов

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

К. Бошнаков – председател

Б. Ванев	Ю. Божков
В. Андреев	З. Георгиев
Н. Христова	М. Божкова
М. Николов	Е. Димитрова

Съюз по автоматика и информатика „Джон Атанасов”

Адрес

ул. „Г. С. Раковски” 108

1000 София

тел. 02 987 61 69

e-mail: sai.bg.office@gmail.com

www.sai.bg

www.sai.infotel.bg

ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ДЪРВООБРАБОТВАЩА ШЛИФОВЪЧНА МАШИНА

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF WOOD GRINDING MACHINE

Й. Белев¹, И. Бачкова¹, Г. Попов²

¹Химикотехнологичен и Металургичен Университет, кат. АП, бул. Кл. Охридски 8, София, yordanbelev@gmail.com, idilia@uctm.edu

²Технически Университет – София, кат. ТМММ, бул. Кл. Охридски 1, София gepop@tu-sofia.bg

Abstract: The wood grinding machine is one of the main and most energy-intensive machines in wood processing industry. The main aim of the paper is to present the modernizations concept of control system for oscillation motion of sandpaper band in order to improve the energy efficiency and flexibility of the wood processing. Comparison analysis of new control system to the old one in respect to energy cost is proposed. Finally some conclusions are done.

ВЪВЕДЕНИЕ

Отраслите на съвременната промишленост се нуждаят от енергийно ефективни технологични процеси, с цел намаляване на вредните емисии, в това число и на CO₂ по директивата на Европейския Съюз за намаляване на вредните емисии от предприятията. Това засяга пряко и оборудването и съоръженията, които реализират тези процеси, както и свързаните с тях системи за управление.

Разработването и внедряването на нови енергоефективни системи за управление на наличните дърворежещи машини, са от изключителна важност за подобряване на енергийната ефективност на дървообработващите предприятия. В повечето от случаите това налага модернизация на тези машини или отделни техни възли с цел въвеждане в действие на съвременни енергоспестяващи системи за управление.

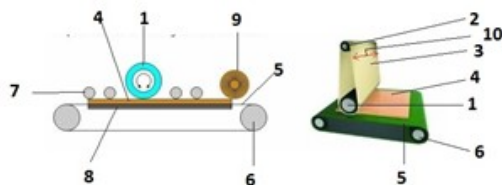
Едни от основните и енергопоглъщащи машини в дървообработващата промишленост, които се нуждаят от обновяване, са ширококоленовите шлифовъчни машини. При тях са на лице много възли, които подлежат на модернизация, насочена към въвеждане и използване на съвременни технически средства за автоматизация. Един такъв възел например е системата за автоматично управление на осцилиращото движение на инструмента (безкрайна лента от абразивна хартия). В подлежащата на модернизация машина тази система за управление е изградена на базата на пневматични изпълнителни механизми и регулиращи органи, които са голям консуматор на сгъстен въздух. Той се генерира от компресор с подходящ дебит, като захранва системата за автоматично управление на осцилацията за работната лента. Обикновено този вид машини се състоят от няколко (два, три или четири) отделни превода. В разглеждания случай машината е с два еднакви превода за шлифване.

Цел на настоящата разработка е да се анализират структурата и функциите на съществуващите до момента в областта системи за управление на осцилиращото движение на работния орган и да се проектира и изгради със съвременни технически средства нова система за управление на инструмента, която да доведе до икономия на енергия, като намали количеството използван сгъстен въздух, генериран от винтов компресор.

ОПИСАНИЕ НА ДОСЕГАШНАТА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОСЦИЛИРАЩОТО ДВИЖЕНИЕ

На фиг. 1 е представена принципната схема на подлежащата на модернизация ширококоленова шлифовъчна машина за дървени плоскости (4), притискани към транспортната лента (5) от притискащите валове (7). Транспортната лента с водеща опора (8) се задвижва от валове (6). Машината е оборудвана и с четка за почистване на детайлите от остатъчен прах (9). Инструментът – абразивна лента е поставен между два хоризонтални вала (1 и 2). Единият от тях (1) е работен, а другият (2) е обтегателен. Осцилиращото движение на лентата е осигурено чрез използване на пневматично управление. Функционалните схеми за двата блока са напълно еднакви. Осцилиращото движение е реализирано с пневмомотор, който представлява цилиндър с двустранно действие, създаващ усилие така, че вал 2 да се върти около центъра си на окачване и да създава движение наляво и надясно, при което лентата променя посоката си на движение (осцилира) с ход около 20 mm. За да бъде осигурено точно осцилиращо движение на лентата, се налага да се следи позицията и по време на въртенето на валове. Това се осигурява от пневматичен сензор с прекъсване на струята. Това устройство е монтирано към корпуса на машината и лентата навлиза в процеп му като прекъсва струята и се подава сигнал за обратен ход на осцилиране.

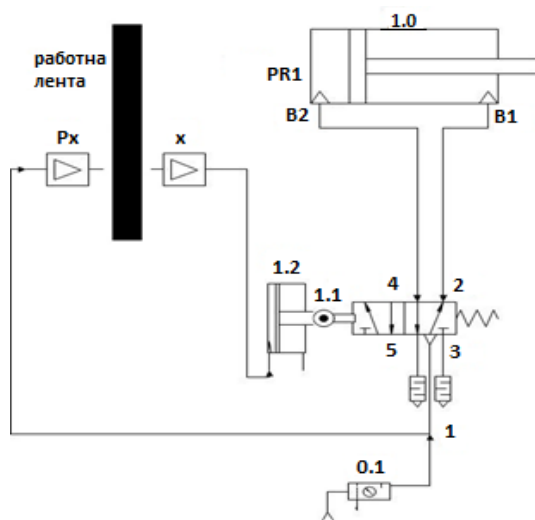
На фиг. 2 е представена принципната схема на пневмоавтоматиката на досегашната система за осцилиране на лентата.



Фиг. 1: Принципна схема на ширококоленова шлифовъчна машина [1]

Съществуващата досега система за управление, показана на фиг. 2, работи по следния начин: когато има осигурено снабдяване със сгъстен въздух, от 0.1 се получава захранване на сигнализатора Pх със сгъстен въздух, който про-

тича свободно към приемника X, в случаите когато няма преграда между тях, при което се получава входен сигнал към мембрания изпълнителен механизъм 1.2, който от своя страна задейства единичен механичен клапан 5/2 - 1.1 [2]. От своя страна, разпределителят също е захранен със сгъстен въздух и управлява двойно действащия цилиндър 1.0. Когато има преграда, която възпрепятства свободното нормално протичане на въздух през сигнализатора между P_x и X (както е показано на фиг. 2), в мембрания изпълнителен механизъм 1.2 липсва сигнал и клапанът поддържа двойно действащия цилиндър 1.0 в прибрано положение, като подава пневматичен сигнал на входа B1 на двойно действащия цилиндър. В случаите, когато се премахне преградата между P_x и X, от сензора се подава сигнал към мембрания изпълнителен механизъм 1.2 и той от своя страна задейства клапана, който подава пневматичен сигнал към двойно действащия цилиндър чрез входа B2, като премества стеблото на цилиндъра. По този начин се осъществява осцилиращото движение на лентата.



Фиг. 2: Пневмоавтоматика на съществуващата система за осцилиране на лентата

Горепосаната система е енергонеэффективна поради постоянното изтичане на сгъстен въздух през пневматичния сигнализатор с прекъсване на струята. Това налага изграждането на нова система с прилагане на съвременни методи и технически средства за автоматизация, които ще доведат до намаляване на разхода на изразходван сгъстен въздух, като се изключи свободното изтичане на сгъстен въздух от пневматичния сигнализатор. Това ще доведе до намаляване на производствените разходи и поевтиняване на произвежданата продукция.

МОДЕРНИЗАЦИЯ НА СИСТЕМАТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ

Модернизацията поставя следните изисквания към новата система за управление на осцилиращото движение:

- да доведе до повишаване на енергийната ефективност на процеса на ширококоленово шлифование.
- да увеличи многократно точността на работния орган.
- да повиши гъвкавостта чрез точна настройка на хода на осцилацията на лентата от 3 до 25 mm.
- да гарантира устойчива и безотказна работа за продължителен период от време.
- да бъде реализирана на възможно най-ниска цена, като същевременно удовлетворява и степен по-горните изисквания.

Проектираната система за управление се състои от три основни блока. Блок 1 се представя от измервателната

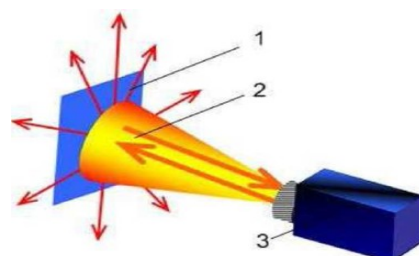
част (сензора), който следи работния осцилиращ орган. В блок 2 е включена управляващата част, състояща се от контролер и реле за времезакъснение. В блок 3 е поместена изпълнителната част или това са пневматичните разпределители и задвижващите пневматични цилиндри, осигуряващи осцилирането на работния орган. По-долу са представени избраните технически средства за всяка част на препроектираната система за управление на осцилиращото движение на лентата.

А. Хардуерно осигуряване на измервателната част на системата за управление

За следене на осцилиращото движение на лентата се използва сензор за преместване. Той представлява фотоелектричен сензор от дифузно отразяващ тип и е избран поради изключителната му компактност, висока точност и подходящ обхват на действие, както и не толкова високата му цена [5, 6]. При този тип сензори не се налага допълнителен отражател, който ще осъществи и усложни системата. Фирмата производител на сензора е OMRON, а моделът е E3S-DS30E4 NPN тип. Захранващото напрежение може да варира от 12 до 24 V, а консумацията е 40 mA. Обхватът на разстоянието е до 0,3 m, което е напълно достатъчно за целта. Сензорът работи в инфрачервения светлинен спектър, което го прави по-стабилен в запрашена среда, като тази на шлифовъчната машина. Степента на прахо- и влагоустойчивост е IP67. Работната му температура е от -25 до +55 °C. Принципът на действие на сензора е представен на фиг. 3, като той действа по следния начин: когато пред сензора има обект, инфрачервеният лъч се отразява от обекта пред сензора и светлинният поток се връща отново към него. Сензорът подава дискретен сигнал към контролер с дискретен изход.

Б. Хардуерно осигуряване на управляващата част на системата за управление

В управляващата част са включени контролер и реле за време. За захранване на сензора и за управлението на изпълнителните механизми се използва контролер с дискретен изход. След като той получи сигнал от оптичния сензор, който следи лентата, релейно контактна група сработва с определено закъснение на включване. Точно това закъснение при включване управлява осцилиращия ход на лентата от 3 до 25 mm при време на закъснение на включване от 0,5 до 2,5 sek. За тази цел е избран аналогов контролер на фирмата OMRON модел S3S-P10. Този контролер е най-удачният вариант, защото в него има вградено захранване за сензора и релейен изход. Този контролер е избран заради изключително простата конструкция, начин на действие и ниската му цена.



Фиг. 3: Дифузен метод за регистриране
1 - обект; 2 - светлинен поток; 3 - сензор

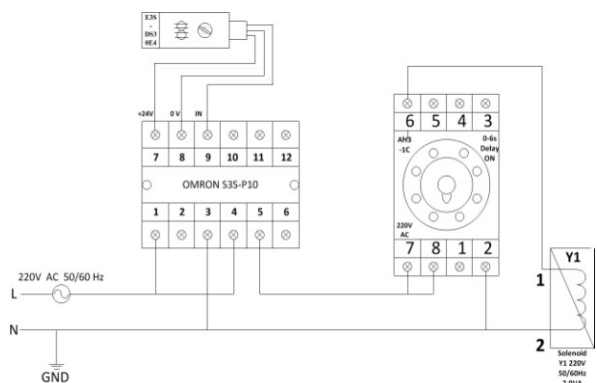
За настройка на хода на осцилиращата лента се използва реле за време. Тази опция не съществува при старата система за управление. Така новата система ще бъде по-гъвкава, съгласно предявените към нея изисквания. За регулиране на хода на осцилацията е избран аналогов реле за време със закъснение при включване от 0 до 6 sek. Предимствата му са ниската цена и надеждната конструкция. Релето за време се задейства при подаване на захран-

ващо напрежение 220 V от контактната група на контролера S3S-P10, която се задейства от сигнала на оптичния сензор. То изчаква зададеното време на закъснение при включване, като в случая то варира от 0,5 до 2,5 sek и след изтичане на това време сработва изходът му, който е релейна контактна група с нормално отворен и нормално затворен изход. Тя остава задействана, докато не отпадне захранването на релето за време, или в нашия случай до отпадане на сигнала от контролера, когато оптичният сензор вече прекъсне сигнала. Релето за времезакъснение от своя страна с контактната си нормално отворена група управлява единичния соленоиден клапан 5/2 като подава захранващо напрежение на соленоида (Y) на пневматичния разпределител. По този начин се управлява цилиндърът, който задвижва вала и кара лентата да осцилира. Моделът на релето е АН3-1С на фирмата ANLY.

На фиг. 4 е представена електрическата схема на свързване на системата за управление на едно звено, като схемата на другото звено е идентична. Двете звена на ширококоловата шлифовъчна машина работят самостоятелно.

В. Хардуерно осигуряване на изпълнителната част на системата за управление

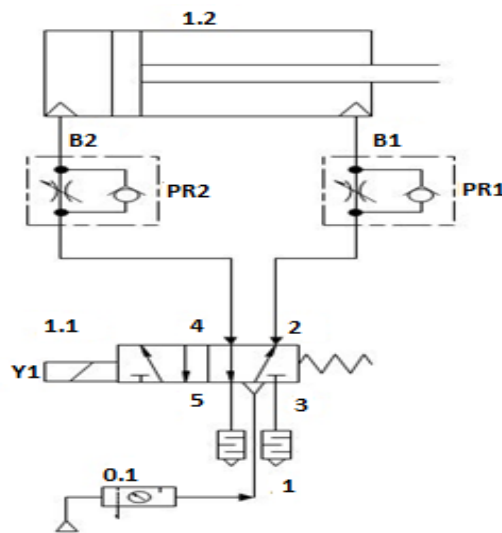
Изпълнителната част се състои от пневматичен управляващ клапан и двойно действащ пневматичен цилиндър, както и от бързодействащи контролери към него. Компонентите тук са подбрани така, че да осигурят необходимия дебит за захранване на пневматичния цилиндър [7]. Поради късите разстояния на пневматичните линии и свързаните с това нищожни загуби по тях, не са направени допълнителни пресмятания за оразмеряването им, като те са изградени със стандартен полиамиден шлаух с външен диаметър 8 mm и вътрешен диаметър 6 mm. Този шлаух е с по-голям вътрешен диаметър от старите пневматични линии, които са изградени с каучуков маркуч, който старее по-бързо от полиамидния. Каучуковият маркуч е с вътрешен диаметър 5 mm. Новите пневмопроводи са подбрани с по-голям вътрешен диаметър от старите, с цел по-стабилна работа на пневматичния цилиндър, който задвижва вала за осцилиране на лентата.



фиг. 4: Електрическа схема на свързване на системата за управление

Разпределителният клапан представлява 5/2 соленоиден единичен разпределител с пружинно връщане на фирмата WINMAN модел 4V210 – 220 V AC. Този разпределител има следните характеристики: работно налягане от 1,5 до 8 bar, работната температура е от -5 до +60 °C, степен на влаго- и прахозащита IP 65, което позволява да бъде монтиран в шлифовъчната машина. Този модел е избран, защото може да бъде монтиран на общ стандартен пневматичен блок, с което да бъдат захранени двата разпределителя, необходими за управлението на двата възела на машината.

На фиг. 5 е представена принципната схема на новопроектираната система за автоматично управление на осцилиращото движение на лентата. Начинът на действие на тази схема е следния: от поз. 0.1 системата се захранва със сгъстен въздух с работно налягане 6 bar, осигурен от регулатора на налягане, който се използва и в старата система. Когато на соленоида на разпределителя Y1 няма подаден от релето за времезакъснение сигнал 220 V AC на захранващо напрежение, захраненият разпределител със сгъстен и регулиран въздух от вход 1 захранва изхода му 2, като през това време изходът 4 е отворен към атмосферата на изход 5. Тогава камерата на цилиндъра B1 се пълни със сгъстен въздух и стеблото на цилиндъра е прибрано. При подаване на сигнал от релето за времезакъснение 220 V AC на соленоида на разпределителя Y1, позицията на разпределителя се променя като камерата B1 на цилиндъра се освобождава към атмосферата, а камерата B2 се пълни със сгъстен въздух и стеблото на цилиндъра 1.0 се удължава и остава така, докато сигналът от соленоида на разпределителя не отпадне. След това разпределителят се връща в предходното си състояние и прибира стеблото на цилиндъра 1.0.



Фиг. 5: Принципна схема на новата система за автоматично управление

За управление на пневматичните цилиндри за осцилиращото движение на лентата са подбрани нови соленоидни пневматични разпределители, които от своя страна се управляват от релета за време. PR1 и PR2, монтирани на пневматичната линия между цилиндъра и разпределителя, могат да бъдат бързодействащи контролери или пневматични дросели с вграден обратен клапан [2], които регулират скоростта на цилиндъра. Това се налага поради изключителното бързодействие на разпределителя и късия ход на цилиндъра 1.0 за задвижване вала за осцилиране на лентата. По този начин лагерите на вала за обтягане и осцилиране на лентата ще се износят прекалено бързо. Поради тази причина са монтирани дроселите PR1 и PR2. Те всъщност са пневмосъпротивления в посока на пълнене на камерите на цилиндъра 1.0 със сгъстен въздух и свободно протичане, или при изпразване на камерите на цилиндъра, благодарение на вградения обратен клапан в конструкцията на дроселите PR1 и PR2. Те се описват като аperiодично звено [2]. С тази пневматична схема се управлява осцилиращото движение на лентата.

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ

С предложената система за управление на осцилацията на лентата са постигнати високи стойности по отношение на енергийната ефективност на процеса на шлифоване. Тех-

ническите средства, които са доставени за изграждане на системата за управление, са описани в табл. 1. Общата цена на компонентите, включени в изграждането на системата за управление, е на стойност 429,70 лв. Всички компоненти са избрани от каталози и са поръчани от интернет магазини от фирми, предлагачи продуктите и гарантиращи за тяхната функционалност и надеждност. В сметката са включени и цените за всички помощни компоненти, използвани при изграждане на системата, като монтажна хранваща плоча (МЗП) за пневматичните разпределители, пневматичен полиамиден шлаух (ППШ), пневматични фитинги (ПФ), екранирани сигнални проводници (ЕСП) за свързване на датчиците и проводници за оперативните вериги, алуминиев профил и алуминиева шина (АПШ) за направа на монтажни стойки и предпазни капаци за датчиците и скрепителни компоненти (СК).

Табл. 1: Необходими компоненти за изграждане на системата

No	Компонент	Тип	Модел	Брой	Цена	Общо
1	Сензор	OMRON	E3S-DS30E4NPN	2	50	100
2	Захранващ контролер	OMRON	S3S-P10	2	20	40
3	Аналогово реле	ANLY	АНЗ-1С	2	18	36
4	Пневматични разпределители	WINMAN	4V210-220VAC	2	38	76
5	PR1, PR2	WINMAN	8 мм фитинг за монтаж	2	14	28
6	МЗП	WINMAN	200 M	1	26	26
7	ППШ	WINMAN	8 мм 15 bar	10	1,75	17,5
8	ПФ	WINMAN	F8 $\frac{3}{4}$	13	1,4	18,2
9	ЕСП	-	-	1	25	25
10	АПШ	-	-	1	14	14
11	СК	-	-	-	7	7
12	Транспортни разходи	-	-	-	42	42
						429,7

Сравнени са почасовите, дневни и годишни разходи при работа на модернизирания шлифовъчна машина със старата и новата системи за управление. Общата мощност на стария вариант е 46 kW, но тук допълнително е добавена мощност от 10 kW, необходима за винтовия компресор, който работи в режим без прекъсване, постоянно и генерира около 450 dm³/min. сгъстен въздух с налягане на изхода P от 10 bar. Това голямо количество сгъстен въздух, което е необходимо, се губи през пневматичния сензор. При новата система за управление, драстично е понижена консумацията на сгъстен въздух до 25 dm³/min. Установено е, че с новата система винтовият компресор,

който е с мощност 10 kW, се включва 3 пъти за час работа на широколентовата шлифовъчна машина за интервал от 4 min до достигане на максималното му нагнетателно налягане 10 bar, което е 2 kW на час консумирана електроенергия от компресора. Така общата мощност на машината е 48 kW на час.

Изчислените енергийни разходи за двата варианта са показани в табл. 2. По тези разчети се вижда, че инвестицията се възвръща за период от месец и половина.

Табл. 2: Икономически ефект от новата система

Енергийни показатели	Система	
	стара	нова
Обща консумирана мощност в kWh	56	48
Цена на 1 kWh (лв.)	0,245	0,245
Разходи за час (лв.)	13,72	11,76
Разходи за работен ден (лв.)	109,76	94,08
Разходи за година (лв.)	27660	23708
Годишна печалба	3951 лв.	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представената тук концепция за управлението на осцилаторното движение на инструмента при широколентови шлифовъчни машини е една от първите стъпки на тяхната модернизация. Следващите стъпки в усъвършенстване на управлението ще бъдат насочени към разработване и внедряване на интелигентно управление на шлифовъчната машина, което да отчете вида на обработваните детайли при определяне начина на осцилиране на лентата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филипов Г., Дървообработващи машини, Техника, 1979.
2. Драганов Б., Хидро и пневмоавтоматика, Техника, 1979.
3. Делийски Н., Автоматика и автоматизация на дървообработващата и мебелната промишленост, София 2005.
4. Генчев Г., П. Обрешков, Проектиране и изпитване на дървообработващите машини, Б-М 1998.
5. N.N., Оптични сензори, Интернет сп. „Инженеринг ревю“ - брой 4, 2011, Юни, <http://engineering-review.bg/engineering-statii.aspx?br=69&rub=736&id=1732>
6. Ripka P., A.Tipek, Modern Sensors Handbook, 2005.
7. Комитовски М., Елементи на хидро- и пневмозадвижването, Техника, 1985.