

**УДК 647.047**

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШИПОРЕЗНОГО СТАНКА**

**Ремарчук Н.П., д.т.н., профессор, Мальцев В.В., магистр.**

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им.  
П. Василенка)*

*В статье рассматривается вопрос о частотном регулировании электродвигателя для привода компрессора перемещения каретки шипорезного станка. Такой привод позволяет снизить энергопотребления и увеличить производительность шипорезного станка.*

**Постановка проблемы.** В настоящее время актуальной задачей на производстве является снижение затрат на электроэнергию. Одним из таких

направлений может являться уменьшение времени на выполнения составляющих рабочего цикла при работе деревообрабатывающего оборудования. Снижение времени рабочего цикла деревообрабатывающего станка можно достичь использованием частотного регулирования [1] электродвигателя.

**Анализ публикаций.** Станок, рис. 1, состоит из таких основных узлов, как станина, на ней установленные плоские горизонтальные направляющие, по которым движется шипорезная каретка. Ее перемещение осуществляется с помощью пневмо-гидроцилиндра.

Каретка оснащена вертикальным и двумя горизонтальными прижимами с приводом от пневмоцилиндров. На станине смонтирован пильный и шипорезный узел, а также электродвигатели для их приводов, сталкиватель с пневмоприводом, маховик для настройки фрезерного узла и пульт управления.

Выполнен анализ работы шипорезных станков, применяемых для нарезания шипов на пакете заготовок, различных за конструктивным решением исполнительных механизмов. По результатам анализа установлено, что цикл обработки пакета заготовок состоит из трёх составляющих: время рабочего и обратного хода каретки, а также времени на ее загрузку-разгрузку.

Известно, что в рабочем цикле перемещения штоком гидроцилиндра каретки, осуществляется с некоторой скоростью, зависящей от параметров и характеристик древесины.

Время загрузки-разгрузки каретки шипорезного станка зависит в основном от навыков, умения, квалификации оператора и знания им особенности работы техники по составляющим цикла. Из основных составляющих цикла можно влиять только на время обратного (холостого) хода, как не влияющего на качество рабочего процесса.

Следовательно, рабочий цикл можно снижать путем увеличения скорости возврата каретки и тем самым способствовать росту производительность станка в целом.

Для анализа был взят к примеру современный шипорезный станок TSK 15 и его пневмо-гидравлическая схема [2].

**Цель работы и задачи исследований.** Известно, что при нарезании шипов шток гидроцилиндра должен двигаться с некоторой допустимой скоростью и уровнем давления для обеспечения необходимого качества нарезания шипов на торцах заготовок. А при обратном направлении штока, его скорость должна быть максимально допустимой. На основании изложенного, целью данного исследования является повышение производительности работы шипорезного станка, путем увеличения скорости обратного хода каретки.

Для достижения этой цели необходимо решить несколько задач:– выполнить анализ базового и нового циклов работы станка;– дать анализ полученных результатов и найти оптимальный вариант;– модернизировать пневмо-гидравлическую схему станка.

**Решение задач.** Время цикла обработки заготовок на шипорезном станке состоит

$$T_{\text{ц}} = T_p + T_x + T_{\text{зр}}, \quad (1)$$

где  $T_p$  – время рабочего хода каретки, с;  $T_x$  – время обратного (холостого) хода каретки, с;  $T_{\text{зр}}$  – время на загрузку и разгрузку каретки станка, с.

Время рабочего хода определяется по зависимости

$$T_p = \frac{L}{V_p}, \quad (2)$$

где  $L$  – длина хода каретки, м;  $V_p$  – рабочая скорость перемещения каретки, м/с.

Время обратного хода определяется по зависимости

$$T_x = \frac{L}{k_{\text{об}} \cdot V_p}, \quad (3)$$

где  $k_{\text{об}} = \frac{V_{\text{об}}}{V_p}$  определяется как отношение обратного хода к рабочему ходу каретки.

Время базового цикла станка

$$T_{\text{б}} = \frac{L}{V_p} + \frac{L}{k_{\text{об}} \cdot V_p} + T_{\text{зр}}, \quad (4)$$

Время цикла станка при увеличении скорости обратного хода каретки

$$T_{\text{н}} = \frac{L}{V_p} + \frac{L}{K \cdot k_{\text{об}} \cdot V_p} + T_{\text{зр}}, \quad (5)$$

где  $K$  – коэффициент, характеризующий степень прироста скорости при обратном движении каретки станка.

При соотношении формулы (5) к (4), получим удельную безразмерную величину  $E$  прироста рабочего цикла шипорезного станка

$$E = \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{б}}}, \quad (6)$$

Подставляя, в данные зависимости  $T_{\text{н}}$  и  $T_{\text{б}}$ , получим прирост скорости в %

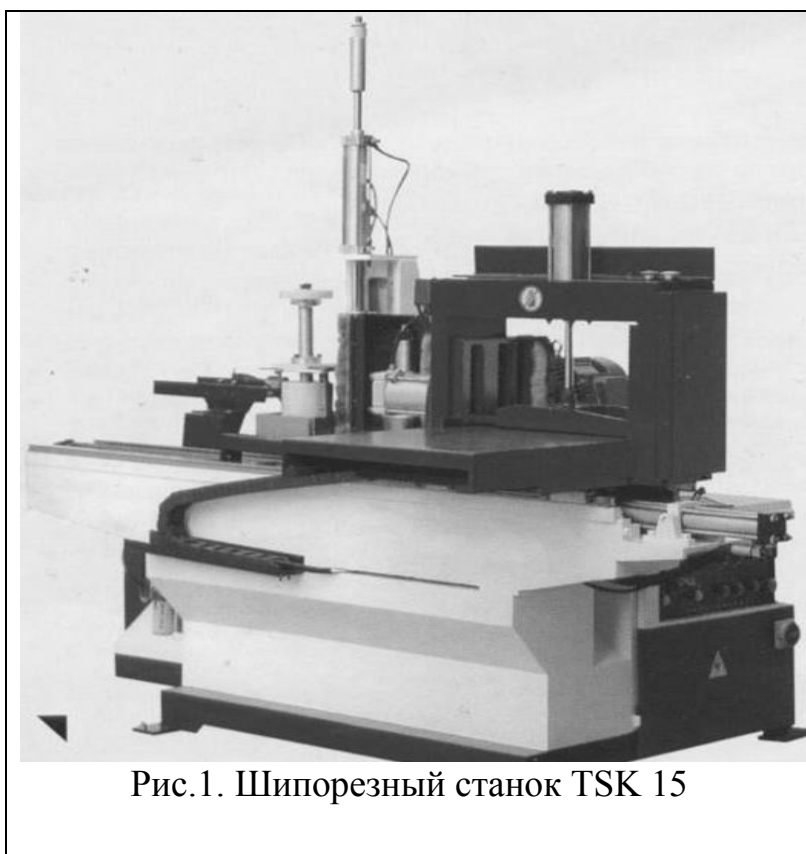


Рис.1. Шипорезный станок TSK 15

$$E = \left( 1 - \frac{\frac{L}{V_p} + \frac{L}{K \cdot k_{\delta} \cdot V_p} + T_{зр}}{\frac{L}{V_p} + \frac{L}{k_{\delta} \cdot V_p} + T_{зр}} \right) \cdot 100\% \quad (7)$$

Принимая, что отношение загрузки-разгрузки ко времени рабочего хода каретки величина постоянная  $\frac{T_{зр}}{T_p} = C$ , а также вводя составляющую  $K$  в виде коэффициента характеризующего безразмерный показатель прироста скорости при обратном движении каретки станка, получим

$$E = \left( 1 - \frac{K \cdot k_{\delta} + 1 + K \cdot k_{\delta} \cdot C}{(k_{\delta} + 1 + k_{\delta} \cdot C) \cdot K} \right) \cdot 100\%. \quad (8)$$

Для наглядного представления об уменьшении времени рабочего цикла к степени прироста обратной скорости возврата каретки, см. рис. 2, можно показать на графике. Для этого были приняты данные, согласно принятой модели станка, имеющие следующие значения: – рабочий ход каретки  $L=1.4$  м; – рабочая скорость перемещения каретки  $V_p=0,25$  м/с; – обратная скорость перемещения каретки  $V_{об}=0,37$  м/с; – время загрузки-разгрузки пакета заготовок  $T_{зр}=16$  с; – время рабочего хода каретки  $T_p=5,6$  с.

Время рабочего цикла по базовому и новому варианту станков:

$$T_{ц.б} = \frac{1,4}{0,25} + \frac{1,4}{1 \cdot 1,48 \cdot 0,25} + 16 = 25,4 \text{ с}$$

$$T_{ц.н} = \frac{1,4}{0,25} + \frac{1,4}{2 \cdot 1,48 \cdot 0,25} + 16 = 23,5 \text{ с}$$

Зависимость для численного вычисления времени рабочего цикла станка при увеличении прироста скорости обратного хода каретки станка имеет вид

$$T_{ц.с} = \frac{L}{V_p} + \frac{L}{K \cdot k_{\delta} \cdot V_p} + T_{зр} \quad (9)$$

На основе зависимости 9 построим график, представленный на рис. 2.

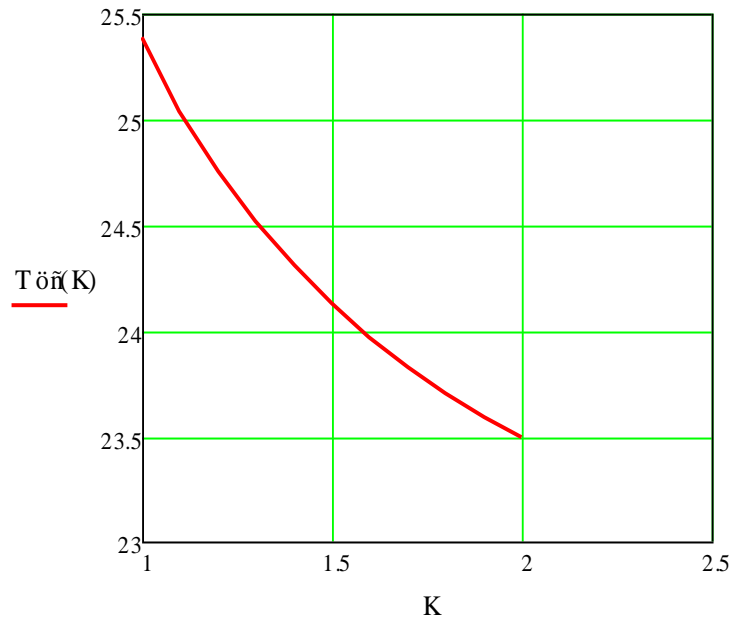


Рис. 2. График уменьшения рабочего цикла станка относительно степени прироста скорости перемещения каретки (зависимость 9)

На основе зависимости 8 получим график, представленный на рис. 3.

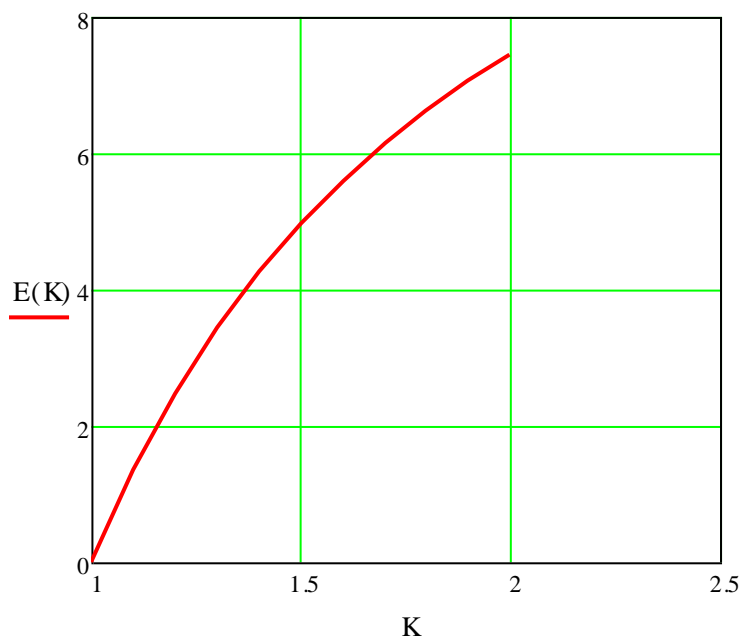


Рис. 3. График прироста рабочего цикла станка относительно степени прироста скорости перемещения каретки (зависимость 8)

При анализе этого графика можно сказать, что с увеличением степени прироста обратной скорости перемещения каретки в 2 раза, возрастает прирост рабочего цикла станка на 7,45%.

На данном станке TSK 15 степень прироста обратной скорости можно добиться путем применения электродвигателя с частотным регулированием, как показано на рис. 4

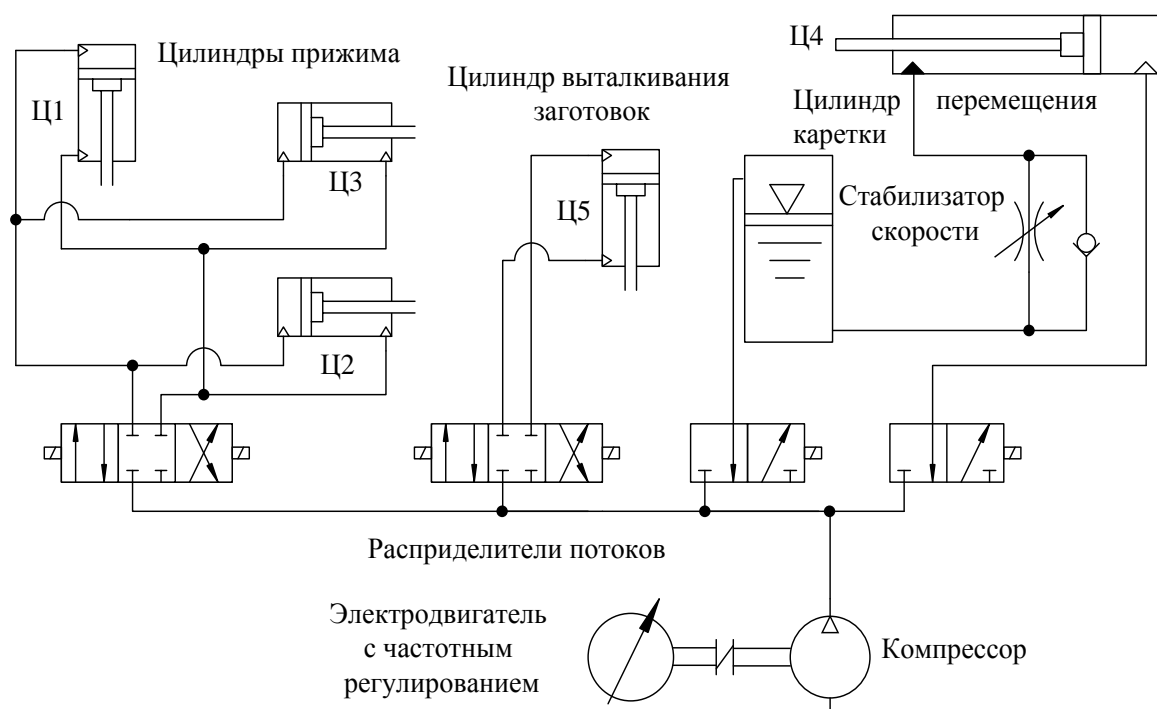


Рис. 4. Усовершенственная пневмо-гидравлическая схема шипорезного станка

Принцип частотного метода регулирования скорости асинхронного двигателя заключается в том, что, изменяя частоту питающего напряжения, можно изменять угловую скорость магнитного поля статора. За счет этого можно регулировать работу компрессора и обеспечивать подачу необходимого количества воздуха в систему, который приводит в движения шток пневмоцилиндра, а следовательно и каретку шипорезного станка.

Помимо увеличения степень прироста скорости отвода каретки, частотное регулирование обладает рядом существенных преимуществ [3]: – высокая точность регулирования; – экономия электроэнергии в случае переменной нагрузки; – равенство пусковой и рабочей мощности; – возможность удалённой диагностики привода; – повышенный ресурс работы оборудования; – плавный пуск двигателя, что значительно уменьшает его износ; – стабилизация мощности при изменении нагрузки.

**Выводы.** Применение двигателя с частотным регулированием позволяет увеличить прирост скорости перемещения штока гидроцилиндра при выполнении холостого хода каретки. Это приводит к приросту производительности шипорезного станка на величину не более 7,4 %.

### Список литературы

1. Закладний О.М. Энергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. – К: Кондор, 2005. - 408 с.
2. <http://www.stanpark.ru/wood/joint-making/shiporezy/2246/>
3. <http://electricalschool.info/econom/721-chastotnyjj-preobrazovatel-dlja.html>

## **Анотація**

### **ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ШИПОРІЗНОГО ВЕРСТАТА**

Ремарчук М.П., Мальцев В.В.

*У статті розглядається питання про частотне регулювання електродвигуна для приводу компресора переміщення каретки шипорізного верстата. Такий привід дозволяє знизити енергоспоживання і збільшити продуктивність шипорізного верстата.*

## **Abstract**

### **PRODUCTIVITY TENONING MACHINE**

Remarchuk M.P., Maltsev V.V.

*The article discusses the frequency regulation electric motor to drive the compressor of the carriage tenoning machine. This device allows you to reduce power consumption and increase the performance of tenoning machine.*