УДК 674*416

Ю. А. Ширнин, Р. Х. Гайнуллин,
Д. О. Савинов, А. В. Иванов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОДОЛЬНОГО СТРОГАНИЯ ШПОНА С ДИСКРЕТНЫМ ДВИЖЕНИЕМ РЕЖУЩЕГО ОРГАНА

Описано техническое решение для получения шпона продольным строганием. Получена формула производительности и графики ее зависимости от параметров предмета труда. Даются рекомендации по режимам работы шпоностроганого станка.

Ключевые слова: *шпон, продольное строгание, шпоностроганый станок, математическая модель, производительность.*

Введение. В настоящее время для получения строганого шпона применяется в основном технология поперечного (относительно волокон древесины) строгания, которая подразумевает использование громоздкого и энергоемкого оборудования [1]. Одним из возможных вариантов получения шпона являются технология и оборудование для его продольного строгания [2]. Подобные шпоностроганые станки имеют меньшие габаритные характеристики и энергозатраты.

В связи с этим вопросы применения технологии и оборудования для получения шпона продольным строганием являются актуальными.

Целью настоящей работы является обоснование конструкции станка и методики оценки процесса строгания шпона вдоль волокон древесины. Для этого поставлены следующие **задачи**: описать устройство шпоностроганого станка и принцип его работы, составить информационно-логическую и математическую модели работы станка, вывести формулу производительности в зависимости от параметров предмета труда, дать рекомендации по оптимальным режимам работы шпоностроганого станка.

Предложен шпоностроганый станок для получения шпона строганием вдоль волокон древесины, в состав которого входят станина *1*, опорные столы *2*, суппорты *8*, установленные на цепях *9* двухцепного продольного транспортера *10* (рис. 1, 2). Заготовки *6* зажимными механизмами *5* фиксируются на опорных столах *2* и устанавливаются на требуемый уровень с помощью механизма подачи *3* опорных столов *2*. После этого происходит включение привода *11* транспортера *10*, который перемещает суппорты *8* с ножом и прижимной линейкой. Суппорты *8*, двигающиеся по направляющим *7*, ножами срезают листы шпона *12* требуемой толщины с заготовок *6*, расположенных по обеим сторонам транспортера. Строганые листы *12* падают в тележку *13*. Затем происходит подача обеих заготовок *6* в сторону суппортов *8* на толщину срезаемого слоя. Процесс повторяется до полного использования обрабатываемых заготовок *6*.

© Ширнин Ю. А., Гайнуллин Р. Х., Савинов Д. О., Иванов А. В., 2009.

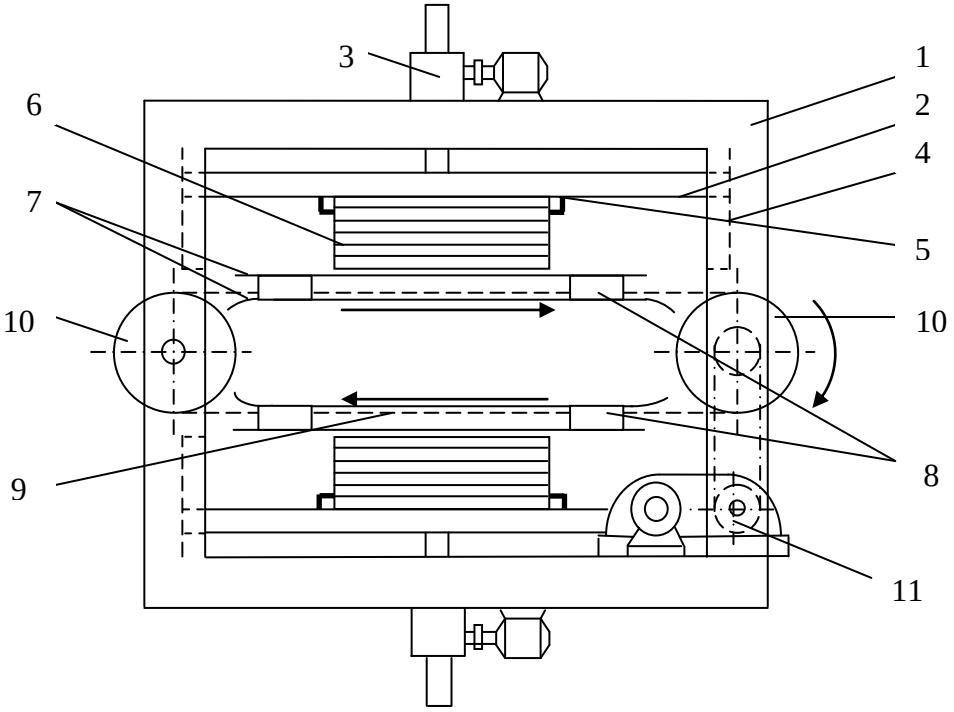


Рис. 1. ШпоностроГальный станок (вид сверху)

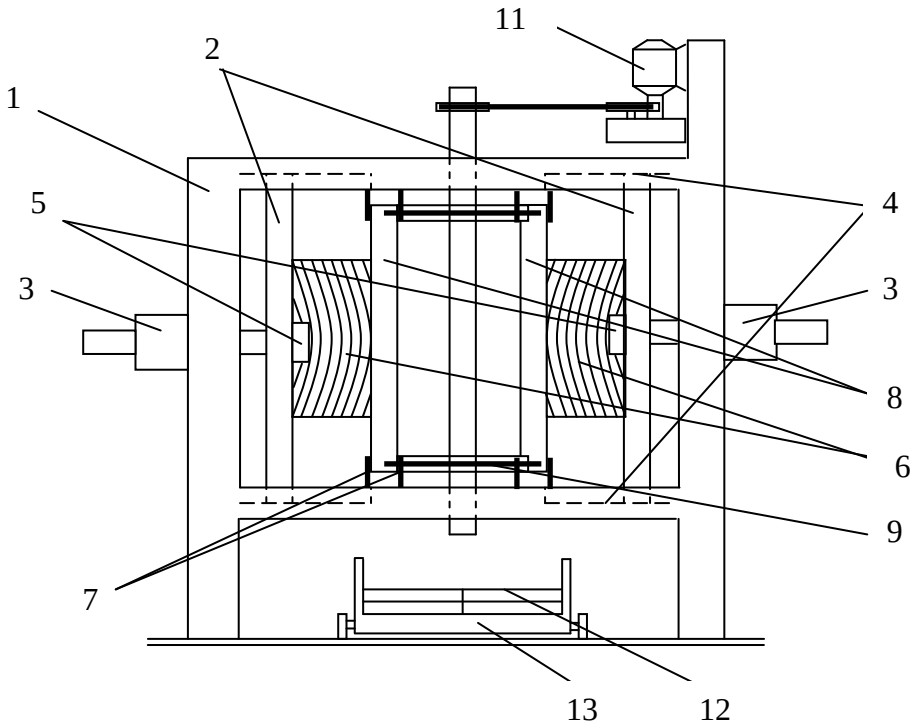


Рис. 2. ШпоностроГальный станок (вид сбоку)

Математическое моделирование. С учетом [3] разработаны информационно-логическая (рис. 3) и математическая (рис. 4) модели процесса работы шпонострогального станка.



Рис. 3. Информационно-логическая модель процесса работы шпонострогального станка

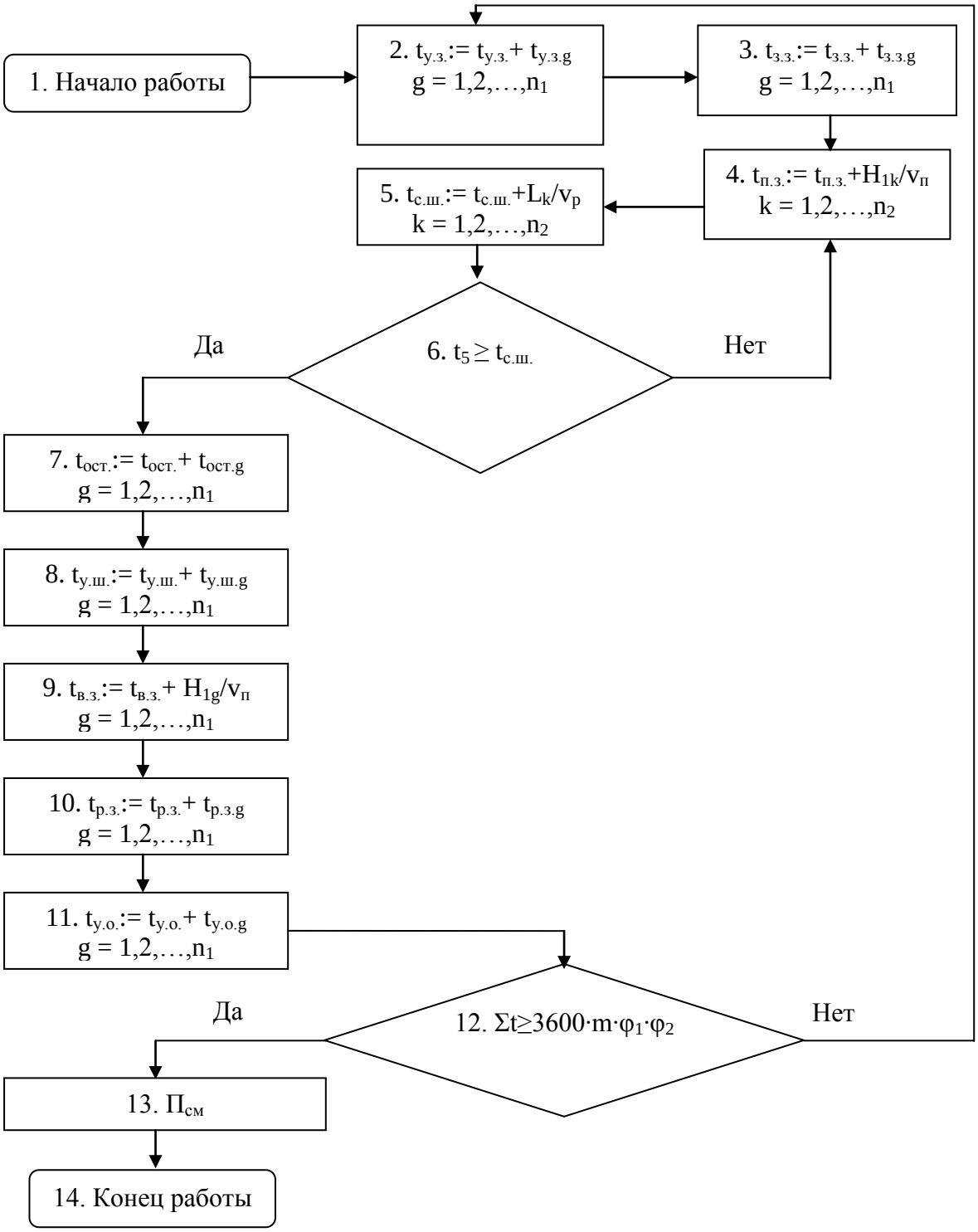


Рис. 4. Математическая модель процесса работы шпонострогального станка

На основе информационно-логической модели разрабатывается блок-схема математической модели. Число блоков математической модели равно числу блоков информационно-логической модели. Для ее создания выполняется символизация параметров: $t_{у.з.}$ – время установки заготовок, с; $t_{з.з.}$ – время зажима заготовок, с; $t_{п.з.}$ – время подачи заготовок для строгания, с; $t_{с.ш.}$ – время строгания шпона, с; $t_{ост.}$ – время остановки режущего органа, с; $t_{у.ш.}$ – время на уборку шпона, с; $t_{в.з.}$ – время на возврат зажимов в исходное положение, с; $t_{р.з.}$ – время на раскрытие зажимов, с; $t_{у.о.}$ – время на уборку отстругов, с; L – длина заготовки, м; H_1 – высота заготовки для строгания шпона, м; $v_п$ – скорость подачи, м/с; $v_р$ – скорость резания, м/с; n_1 – количество обработанных в течение смены заготовок, n_2 – количество резов, совершенных в течение смены.

$$n_1 = \frac{П_{см}}{A}, \tag{1}$$

где $П_{см}$ – сменная производительность станка, м^2; А – площадь шпона, получаемого с одной заготовки при определенной толщине, м^2.

$$A = \frac{L \cdot B \cdot H_1}{S_ш}, \tag{2}$$

где В – средняя ширина заготовки, м; H_1 – высота заготовки, используемой на шпон, м; $S_ш$– толщина шпона, м.

$$H_1 = H – (H_2 + H_3), \tag{3}$$

где Н – высота заготовки, м; H_2 – толщина срезков, м; H_3 – толщина отстружа, м.

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{(H - H_3)}{S_ш} = \frac{П_{см} \cdot S_ш}{L \cdot B \cdot H_1} \cdot \frac{(H - H_3)}{S_ш} = \frac{П_{см} \cdot (H - H_3)}{L \cdot B \cdot H_1}, \tag{4}$$

где $H–H_3$ – высота обработки заготовки, м.

Время, затрачиваемое в течение смены на выполнение всех операций, суммируется и сравнивается в блоке *12* со временем смены ($3600 \cdot m \cdot \varphi_1$). В момент окончания смены выражение (блок 12) можно записать в виде

$$n_1 \cdot (t_{у.з.} + t_{з.з.} + t_{ост.} + t_{у.ш.} + t_{в.з.} + t_{р.з.} + t_{у.о.}) + n_2 \cdot (t_{п.з.} + t_{с.ш.}) = 3600 \cdot m \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2. \tag{5}$$

Необходимо отметить, что время $t_{п.з.}$ совмещается со временем $t_{с.ш.}$, поэтому формула (5) примет вид

$$n_1 \cdot (t_{у.з.} + t_{з.з.} + t_{ост.} + t_{у.ш.} + t_{в.з.} + t_{р.з.} + t_{у.о.}) + n_2 \cdot t_{с.ш.} = 3600 \cdot m \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \tag{6}$$

Подставив значения n_1, n_2 с учетом формул (2), (3), (5) в выражение (6), получим

$$\frac{П_{см} \cdot S_ш}{L \cdot B \cdot (H - H_2 - H_3)} \cdot (t_{у.з.} + t_{з.з.} + t_{ост.} + t_{у.ш.} + \frac{(H - H_2 - H_3)}{v_п} + t_{р.з.} + t_{у.о.}) + \\ + 2 \cdot \frac{П_{см} \cdot (H - H_3)}{L \cdot B \cdot (H - H_2 - H_3)} \cdot \frac{(2L_{max} - L)}{v_р} = 3600 \cdot m \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2, \tag{7}$$

где L_{max} – максимальная длина заготовки, ограниченная характеристиками станка, м.

Решая уравнение (7) относительно $П_{см}$, находим выражение для определения производительности продольного шпонострогального станка.

$$П_{см} = \frac{3600 \cdot m \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot L \cdot B \cdot (H - H_2 - H_3)}{S_ш \cdot (t_{у.з.} + t_{з.з.} + t_{ост.} + t_{у.ш.} + \frac{(H - H_2 - H_3)}{v_п} + t_{р.з.} + t_{у.о.}) + 2 \cdot \frac{(2L_{max} - L) \cdot (H - H_3)}{v_р}}. \tag{8}$$

Зависимость сменной производительности шпонострогального станка от высоты и длины заготовки, рассчитанная по формуле (8), представлена на рис. 5, 6. Расчет выполнен при следующих исходных данных: $t_{у.з.}$=600 с; $t_{з.з.}$=200 с; $t_{ост.}$=60 с; $t_{у.ш.}$=300 с;

$t_{р.з.}$=40 с; $t_{у.о.}$=200 с; $v_п$=0,1 м/с; $v_р$=0,5 м/с; m=8 ч; φ_1=0,8; φ_2=0,8; B=0,25 м; $S_ш$=0,0001 м; H_2=0,02 м; H_3=0,02 м; L_{max}=5 м.

Анализ графика рис. 5 и уравнение (8) показывают, что производительность шпонострогального станка сначала резко возрастает до определенного значения, затем наблюдается незначительный рост производительности при увеличении высоты заготовки. При небольших высотах заготовок значительным является удельный вес времени на установку заготовок, их зажим, уборку шпона и отстругов, поэтому увеличение этой высоты приводит к резкому росту производительности. При дальнейшем росте H увеличивается доля времени на строгание заготовок, соответственно происходит замедление роста производительности.

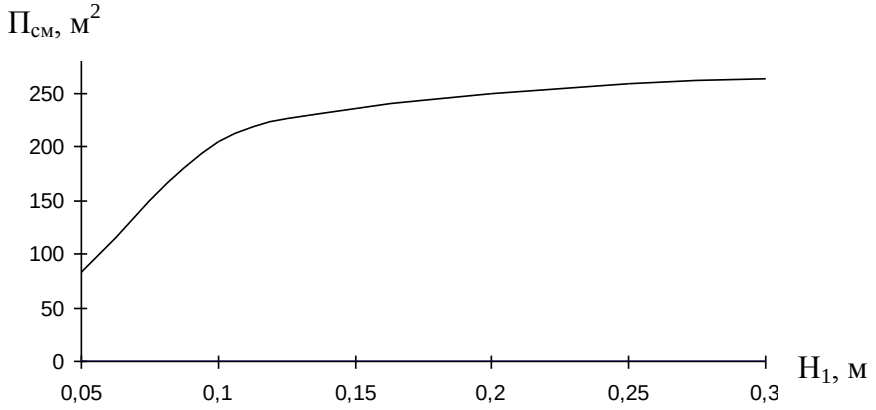


Рис. 5. График сменной производительности шпонострогального станка в зависимости от высоты заготовки для строгания шпона H_1 (м)

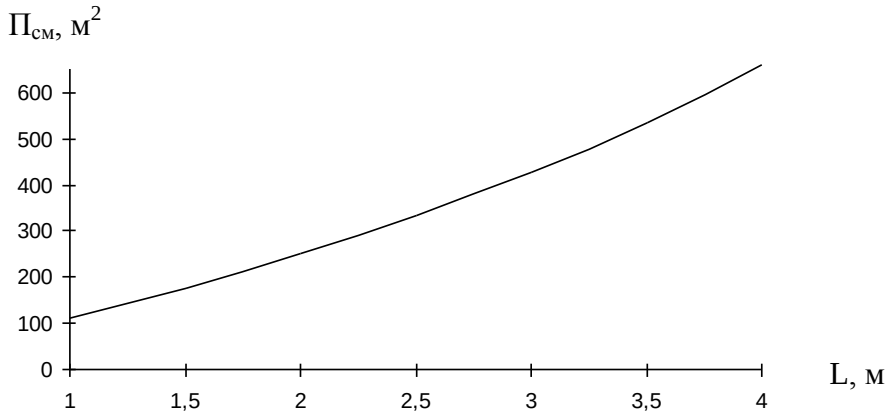


Рис. 6. График сменной производительности шпонострогального станка в зависимости от длины заготовки L (м)

Из графика рис. 6 видно, что при увеличении длины заготовки производительность шпонострогального станка увеличивается.

Графики рис. 5, 6 следует использовать для определения оптимального режима работы продольного шпонострогального станка в зависимости от предмета труда. Например, из графика рис. 5 видно, что при максимальной высоте заготовки H=0,2 м сменная производительность шпонострогального станка равна $П_{см}$=250 м^2 при длине заготовки L=2 м. При увеличении длины заготовки (рис. 6) с 2 до 4 м сменная производительность увеличивается с 250 до 660 м^2, однако шпонострогальные станки имеют ограничения по длине обрабатываемой заготовки.

Выводы.

1. Предлагаемая конструкция станка позволяет получать шпон малоэнергоемким продольным строганием.

2. Анализ работы продольного шпоностругального станка может быть выполнен путем последовательного информационно-логического и математического моделирования.

3. Получена математическая модель для расчета производительности строгания, отличающаяся учетом параметров заготовок и дискретного движения режущего органа.

4. Графики зависимости производительности от параметров предмета труда дают возможность прогнозировать результаты работы шпоностругального станка.

Список литературы

1. *Плахов, В. Н.* Производство строганого шпона / В. Н. Плахов. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 128 с.

2. Проспект фирмы «Marunaka» - www.technica.net/marunaka/index.htm.

3. *Василевская, П. В.* Анализ основных параметров процесса строгания шпона: Обзорная информация / П. В. Василевская, Л. Г. Красовская, Л. И. Троязыкова. – М.: ВНИПИЭ, 1980. – 23 с.

Статья поступиал в редакцию 25.05.09.

Yu. A. Shirnin, R. Kh. Gainullin,
D. O. Savinov, A. V. Ivanov

LONGITUDINAL VENEER SLICING WITH DISCRETE MOVEMENT OF CUTTING BODY PROCESS MODELING

A technological solution for getting of veneer with longitudinal slicing was described. A formula of productivity and diagrams of its dependence on work subject parameters was got. Recommendations about veneer-slicing machine operating modes were given.

***Key words**: veneer, longitudinal slicing, veneer-slicing machine, math model, productivity.*

ШИРНИН Юрий Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств МарГТУ. Область научных интересов – моделирование и оптимизация технологических параметров лесозаготовок, эффективность технологического процесса рубок леса. Автор более 200 научных работ. E-mail: ktolp@marstu.net

ГАЙНУЛЛИН Ренат Харисович – аспирант кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств МарГТУ. Область научных интересов – моделирование и оптимизация технологических параметров лесозаготовок, эффективность технологического процесса рубок леса. Автор 4 публикаций. E-mail: ktolp@marstu.net

САВИНОВ Дмитрий Олегович – студент лесопромышленного факультета МарГТУ. Область научных интересов – моделирование и оптимизация технологических параметров лесозаготовок. E-mail: lpf@marstu.net

ИВАНОВ Александр Владиславович – студент лесопромышленного факультета МарГТУ. Область научных интересов – моделирование и оптимизация технологических параметров лесозаготовок. E-mail: lpf@marstu.net