

6. *Тупсина Н.Н.* Новые виды кондитерских и хлебобулочных изделий с местным растительным сырьем. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2009 – 260 с.
7. *Яковлева Т.П.* Разработка технологии плодово-ягодного десерта на основе облепихового сока: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011. – 25 с.



УДК 621.9.02

П.В. Цаплин, А.Г. Ермолович

ТЕХНОЛОГИЯ СНИЖЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТНЫХ ПЛИТ

В статье рассматривается технология снижения шероховатости древесных композитных плит методом термосилового воздействия, обосновываются оптимальные физические параметры процесса термопротяжки, при которых достигается минимальная шероховатость поверхности плиты и получаемые при этом энергозатраты. Приводится уравнение регрессии данного метода.

Ключевые слова: *термосиловое воздействие, древесно-композитные плиты, шероховатость поверхности плиты, оптимальные кинематические параметры станка, температура прижима, давление прижима, уравнение регрессии, общая потребляемая мощность.*

P.V. Tsaplin, A.G. Ermolovich

THE TECHNOLOGY OF ROUGHNESS REDUCING OF THE WOOD COMPOSITE PLATE SURFACE

The technology of roughness reducing of wood composite plates by the method of thermal and force impact is considered in the article. The optimal physical parameters of the thermo advance process in which the minimum plate surface roughness is achieved and the energy costs of this process are substantiated. This method regression equation is given.

Key words: *thermal and force impact, wood composite plates, plate surface roughness, best kinematic parameters of machine, pressing temperature, pressure of pressing, regression equation, total power consumption.*

В последнее время стал актуальным вопрос повышения качества и чистоты поверхности древесных композитных плит для изготовления высококачественной и экологичной мебели. В своем составе древесные композитные плиты (ДСП, MDF) имеют древесные частицы и связующие. В качестве их связующего используются фенолформальдегидные смолы, которые значительно влияют на чистоту поверхности таких плит. Используемые в деревообрабатывающей промышленности шлифовальные ленты для обработки поверхности древесных композитных плит имеют ряд недостатков, а именно: высокий расход энергии, превращение снимаемого с плиты припуска при калибровании в пылевидное состояние, исключающего повторное использование, и другие недостатки.

Совершенствование технологии получения требуемой шероховатости требует создания новых типов машин и систем привода режущих и формообразующих деталей, отвечающих высокой производительностью, долговечностью, надежностью и низкой себестоимостью.

Нами разработана и испытана технология значительного снижения шероховатости поверхности древесных композитных плит при их обработке, исключающей образование абразивной пыли и невозвратных отходов.

В основу данной технологии заложен метод термопротяжки древесных композитных плит, который заключается в организованном узле резания и термотиснении поверхности древесных композитных плит (рис. 1).

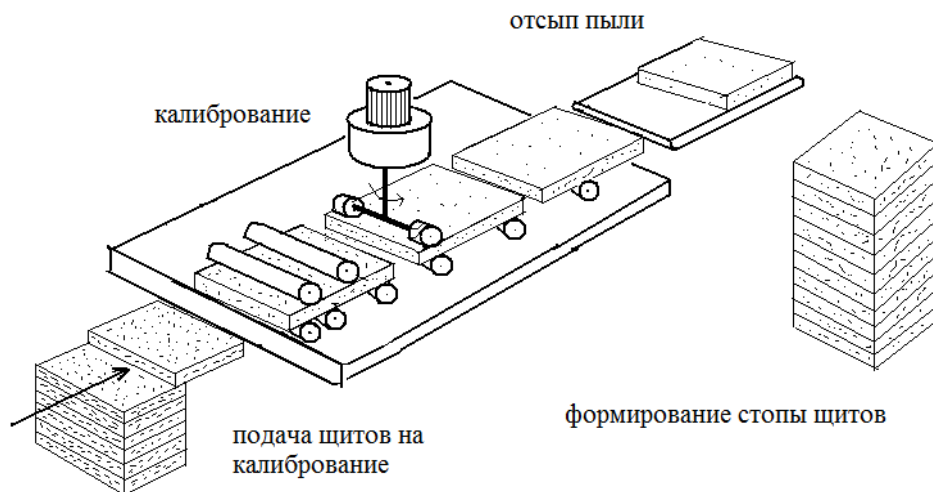


Рис. 1. Схематическое изображение калибровально-термопротяжного станка

Подача плит на калибрование и шлифование осуществляется подающими валами, вращение которых осуществляется электродвигателем и ременной передачей. Другой электродвигатель при помощи ременной передачи приводит во вращательное движение водило калибровально-термопротяжного узла (рис. 2).

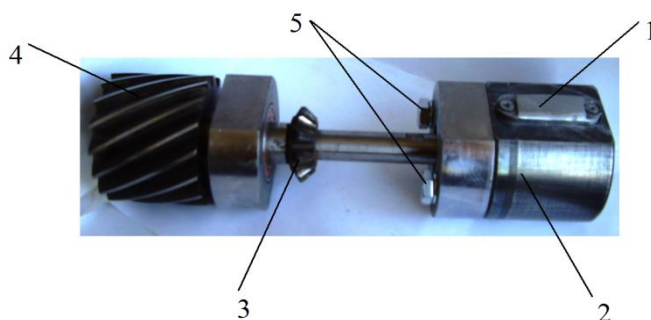


Рис. 2. Калибровально-термопротяжный узел: 1 – термопротяжная пластина; 2 – противовес; 3 – шестерня зубчатой конической передачи; 4 – фреза для снятия припуска; 5 – фиксирующие болты

Экспериментальная установка работает следующим образом. На подающий стол укладывается заготовка обрабатываемой плиты ДСтП. Включаются электродвигатель привода фрезы и водило, затем включается двигатель подачи заготовки. Заготовка плиты от подающих вальцов попадает под калибровально-термопротяжный механизм под вращение двухподвижной винтовой фрезы, выполняющей операцию резания (калибрования) и движения термопротяжного узла. Узел выглаживает поверхности образца плиты. После срезания фрезой материала заготовки обрабатываемую поверхность начинает выглаживать термопротяжная пластина, закрепленная на соответствующем термопротяжном узле. Далее образец плиты попадает на принимающие вальцы. Принимающие вальцы захватывают образец плиты и перемещают его на принимающий стол.

Нами были проведены эксперименты по изменению физических параметров узла, а именно, усилию прижима и температуры нагрева при постоянных и оптимальных кинематических параметрах станка, результаты которых позволили получить поверхность отклика от входных параметров и таблицу зависимости величины шероховатости поверхности от управляемых входных факторов.

При этом можно заключить следующее. Изменение шероховатости поверхности плиты будет зависеть как от температуры нагрева поверхности термопротяжной пластины, так и от силы давления прижима пластины. С изменением температурного фактора снижение шероховатости можно достичь без увеличения силы

давления прижима на плиту. Минимальная шероховатость плиты достигается при усилии прижима 0,953 МПа и температуры прижима 225,488°C.

Зависимость величины шероховатости поверхности от управляемых входных факторов

X1	X2	Rm
0,723	200,0	184,167
0,743	200,523	182,311
0,763	201,085	180,588
0,783	201,695	178,997
0,803	202,363	177,535
0,823	203,105	176,199
0,843	203,942	174,982
0,863	204,911	173,877
0,883	206,067	172,869
0,903	207,519	171,932
0,923	209,511	171,005
0,943	212,857	169,877
0,963	225,488	166,505
0,983	218,078	168,525
1,003	214,807	169,572
1,023	212,810	170,413
1,043	211,401	171,232
1,063	210,326	172,099
1,083	209,467	173,045
1,103	208,757	174,089
1,123	208,157	175,243
1,143	207,640	176,512
1,163	207,190	177,902
1,183	206,793	179,418
2,003	206,440	179,418

Разделение зависимости шероховатости поверхности плиты от входных факторов давления прижима и температуры представлено на рисунке 3.

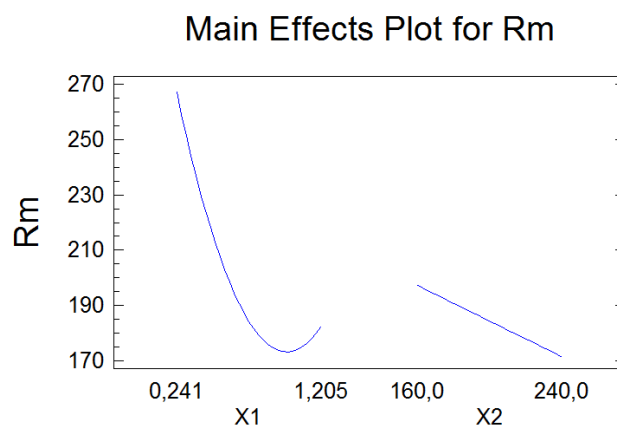


Рис. 3. Кривые изменения входного фактора X₁ при минимальной и максимальной температуре прижима

В результате проведения эксперимента и его обработки с помощью программного обеспечения Statgraphics было получено уравнение регрессии, описывающее процесс термосилового воздействия с учетом входных факторов давления прижима и температуры. Шероховатость поверхности древесной композитной плиты получилось в виде формулы с выходным результатом

$$Y = 441,6467 - 393,8581 X_1 - 0,5104 X_2 + 0,2593 X_1 X_2 + 175,6458 X_2^2 . \quad (1)$$

Полученное уравнение регрессии (1) выражает модель процесса термосилового воздействия и параметров входящих факторов, при которых получается необходимая шероховатость поверхности древесных композитных плит.

Проведем проверочный расчет по выходному параметру Y , подставив в это значение минимальной шероховатости поверхности плиты. Необходимые данные возьмем из таблицы поверхности отклика выходного параметра.

$$Y = 441,6467 - 393,8581 X_1 - 0,5104 X_2 + 0,2593 X_1 X_2 + 175,6458 X_2^2 = 441,6467 - 393,8581 \cdot 0,963 - 0,5104 \cdot 225,488 + 0,2593 \cdot 0,963 \cdot 225,488 + 175,6458 \cdot 225,488^2 = 166,505 \text{ мкм}. \quad (2)$$

Проверочный расчет (2) подтверждает правильность определения уравнения регрессии.

Время нагрева пластины при оптимальных режимах обработки плиты, при которых достигается минимальная шероховатость плиты, было установлено экспериментально и составляет 10 мин.

Сравнительная оценка энергопотребления проводилась, сравнивая затрачиваемую мощность на режиме, при котором была получена самая низкая шероховатость по R_m . Суммируется общая потребляемая мощность при оптимальных параметрах обработки плиты на процесс калибрования поверхности ДСтП винтовой фрезой с двумя степенями подвижности и мощность, которая возникает при процессе термопротяжки металлической пластиной с учетом возникающей силы трения.

$$N_{\text{общ}} = N_1 + N_2 , \quad (3)$$

где N_1 – мощность затрачиваемая на процесс калибрования,

N_2 – мощность затрачиваемая на процесс термопротяжки.

Затрачиваемая мощность N_1 на калибрование фрезой измеряли ваттметром, она составляла 774,93 Вт [2]. Предполагается, что N_2 – мощность, затрачиваемая на процесс термопротяжки, уходит на преодоление силы трения между плитой и термопротяжной пластиной:

$$N_2 = F_{\text{тр}} \cdot V_{\text{окр}} = f \cdot p \cdot V_{\text{окр}} , \quad (4)$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения между плитой и термопротяжной пластиной;

$V_{\text{окр}}$ – окружная скорость точек поверхности термопротяжной пластины;

f – коэффициент трения между поверхностями плиты и термопротяжной пластины, экспериментально;

p – усилие прижима термопротяжной пластины к плите.

Окружная скорость точек поверхности термопротяжной пластины установлена и принимается равной $V_{\text{окр}} = 6,256$ м/с [4]. Усилие прижима термопротяжной пластины к плите было выведено экспериментально и равно $p = 391,941$ Н. Коэффициент трения f между поверхностями плиты и термопротяжной пластины получен экспериментальным путем и равен 0,27. Подставляются необходимые данные в формулу (4).

$$N_2 = 0,27 \cdot 391,941 \text{ Н} \cdot 6,256 \text{ м/с} = 662,04 \text{ Вт}. \quad (5)$$

Таким образом, общая потребляемая мощность на обработку плиты калиброванием и термопротяжкой при оптимальном режиме обработки

$$N_{\text{общ}} = 774,93 \text{ Вт} + 662,04 \text{ Вт} = 1436,97 \text{ Вт}. \quad (6)$$

Мощность, затраченная на процесс калибрования ДСтП шлифовальной лентой [2], равна

$$N = qF_k (f_{\text{ш}} + f) v, \quad (7)$$

где q – удельное давление шлифования, $q = 5$ кПа;
 F_k – площадь контакта; для заготовки шириной 0,285 м, снимаемым слоем 0,35 мм и диаметром барабана 0,3 м, $F_k = 0,00912$ м²;
 $f_{ш}$ – коэффициент шлифования, для ДСтП $f_{ш} = 0,75$;
 f – коэффициент трения обратной стороны ленты, $f = 0,4$;
 v – скорость резания, $v = 30$ м/с.
Отсюда

$$N = 5000 * 0,00912 (0,75 + 0,4) * 30 = 1573,2 \text{ Вт.} \quad (8)$$

В линиях шлифования плит участвуют три блока шлифования (грубый, средний, мелкий). Тогда общий расход мощности составляет

$$N = 1573,2 * 3 = 4719,60 \text{ Вт.} \quad (9)$$

Учитывая использование нового способа калибрования плит без шлифовальной ленты, энергопотребление снижается в 3,28 раза.

$$N / N_{\text{общ}} = 4719,60 / 1436,97 = 3,28, \quad (10)$$

где N – мощность, затрачиваемая шлифовальной лентой;
 $N_{\text{общ}}$ – мощность, затрачиваемая опытной экспериментальной установкой.
Экономическая эффективность данного способа очевидна.

Выводы

1. Описан новый технологический процесс термосилового способа обработки поверхности древесных композитных плит с целью снижения шероховатости плит, снижения энергозатрат и исключения получения невозвратных отходов.
2. Получены оптимальные факторы температуры и усилия прижима прижима, при которых достигается минимальная шероховатость плиты.
3. Получено уравнение регрессии.
4. Рассчитана потребляемая мощность термопротяжного станка при оптимальных кинематических и физических параметрах обработки.

Литература

1. А.с. 585060 СССР, МКИ В 27 С 1/06. Устройство для калибрования древесно-стружечных плит / В.Ф.Виноградский и др. – № 2355672/29-15; заявл. 05.05.1976; опубл. 1977, Бюл. 47.
2. Экономия энергоресурсов в лесной и деревообрабатывающей промышленности / М.В. Алексин [и др.] – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 216 с.
3. Пат. № 94503. Российская Федерация, МПК В 27М 1/02. Устройство для снижения шероховатости плитных изделий из древесины / Ермолович А.Г., Ромашенко В.В., Цаплин П.В., Шахворостов И.Н., Пашихина А.В.; заявитель и патентообладатель СибГТУ. № 116197/ 22; заявл. 28.04.2009; опубл. 27.05.2010, Бюл. № 15.
4. Пат. № 2376131. Российская Федерация, МПК В 27С 1/02. Способ фрезерования древесных материалов / Ермолович А.Г., Ромашенко В.В., Шастовский П.С., Цаплин П.В.; заявитель и патентообладатель СибГТУ. № 113536/ 02; заявл. 07.04.2008; опубл. 20.12.2009, Бюл. № 35.

