

674  
B-65  
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

---

Белорусский технологический институт  
имени С. М. Кирова

684.4.059.8; 667.648.8  
На правах рукописи

И. Г. ВОЙТОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИРОВАНИЯ  
ПОЛИЭФИРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ

(Специальность 05.21.01. Процессы и  
технология лесозаготовок, лесозаготовок,  
лесного хозяйства, лесопильных и дерево-  
обрабатывающих производств /05.421/)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Минск 1973

674  
В65

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

-----  
На правах рукописи

4

ВОЙТОВИЧ Иван Герасимович

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИРОВАНИЯ ПОЛИАМИДНЫХ  
ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ.

3313 ар

Специальность 05.21.01

"Процессы и технология лесоразработок, лесозаготовок,  
лесного хозяйства, лесопильных и деревообрабатывающих  
производств" / 05.421 /

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Минск 1973

БИБЛИОТЕКА БТИ  
ИМЕНИ С. М. КИРОВА

Работа выполнена во Львовском лесотехническом институте

Научный руководитель

канд. техн. наук, доцент А. И. ЯНСОН

Официальные оппоненты:

кандидат технических наук, профессор

С. В. РОДИОНОВ

кандидат технических наук, ст. препод.

Л. Ф. ДОНЧЕНКО

Ведущее предприятие - Украинский научно-исследовательский институт механической обработки древесины

Автореферат разослан " 3 " декабря 1973 г.

Защита диссертации состоится " 9 " декабря 1974 г.  
в 10 часов на заседании Совета Белорусского технологического института им. С. М. Кирова

220630, г. Минск, ул. Свердлова 13-а, корп. 4, ауд. 220,

О диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

ученый секретарь Совета,

канд. техн. наук

 /Е. А. ГРУШЕВСКАЯ/

Директивами XXIV съезда КПСС предусмотрено в 1975 году выпустить мебели на сумму более 4,6 млрд.руб. Одновременно планируется довести выпуск мебели, покрытой полиэфирными лаками до 1 млрд.руб. в год, что составляет около 80 млн.м<sup>2</sup>.

По данным ВПКТИМ удельный вес операций полирования в общей трудоемкости изготовления корпусной мебели по комбинату ММСК-I составляет около 10%, что говорит о важности этого процесса.

Данная работа является дальнейшим изучением процесса полирования с целью определения степени зависимости производительности барабана от различных факторов, влияющих на процесс полирования полиэфирных покрытий при получении поверхности обеспечивающей мебели высокое качество.

Для достижения поставленной задачи необходимо было решить следующие вопросы:

1. Исследовать роль микроабразивного действия пасты.
2. Выбрать метод количественной и объективной характеристики производительности барабанов.
3. Исследовать влияние кинематических факторов, позволяющих выбрать оптимальные режимы полирования.
4. Анализировать различные конструкции и схемы расположения барабанов.
5. Исследовать влияние некоторых видов и свойств абразивных материалов, применяемых при полировании.
6. Исследовать зависимость температуры от перечисленных факторов и механизм её влияния на удельную производительность барабана.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и выводов по результатам работы, изложенных на 167 страницах машинописного текста, включая 15 таблиц и 48 рисунков.



В первой главе изложен обзор существующих литературных данных.

Во второй главе дан краткий анализ существующих взглядов и толкований природы полирования твердого тела и полиэфирного покрытия. Приводятся результаты исследований роли микроабразивного действия в процессе полирования полиэфирных покрытий.

В третьей главе описаны основные методические положения проведения экспериментов.

В четвертой главе установлена зависимость удельной производительности барабана от времени полирования и температуры покрытия. Раскрыт механизм влияния температуры на удельную производительность барабана. Приведены результаты экспериментальных исследований степени зависимости удельной производительности от исследуемых факторов. Определена технико-экономическая эффективность от применения рациональных режимов полученных на основе экспериментов.

В пятой главе сделана попытка определить интенсивность абразивного диспергирования аналитическим путем.

#### И. ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ МИКРОАБРАЗИВНОГО ДЕЙСТВИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОЛИРОВАНИЯ.

При раскрытии природы процесса полирования среди исследователей существует три главных самостоятельных подхода:

1. Гипотеза микроабразивного действия.
2. Гипотеза образования пластически-деформированного поверхностного слоя.
3. Физико-химическая гипотеза.

Все остальные высказывания есть или подтверждение той или иной гипотезы, или же объединение их.

По физико-механическим свойствам полиэфирные покрытия можно отнести к твердым телам. Следовательно, ряд гипотез, раскрывающих

сущность полирования твердого тела, можно отнести и к полированию полиэфирных покрытий. Хотя в этом случае нет исследователей твердо придерживающихся той или иной гипотезы, имеются высказывания, что в процессе полирования полиэфирных покрытий имеют место микроабразивное действие и пластические деформации. В ряде случаев последним отводится ведущее место.

Для установления значения, которое оказывает на процесс полирования микроабразивное действие и пластические деформации в отдельности, прежде всего установили роль микроабразивного действия.

Данное исследование проводилось на образцах площадью 100х100мм.

С помощью шлифовальных шкурки различной зернистости на поверхности образцов наносили царапины. Чтобы лучше проконтролировать величину царапин и найти в каждом случае их наибольшее значение, шлифовалась не вся поверхность образца, а только две полоски шириной 5 мм, расположенных таким образом, чтобы одна из них была направлена вдоль подачи, а другая была перпендикулярна ей.

Величину царапин измеряли двойным микроскопом Линника МИС-II с помощью объективов с различным фокусным расстоянием.

Путем взвешивания образца до и после полирования определяли вес лаковой пленки  $Q$ , снятой с образца за время полирования до исчезновения царапины. Величина  $Q$  и будет представлять собой абсолютное значение результата микроабразивного действия во время полирования.

По начальной глубине царапины, зная объемный вес лаковой пленки, расчетным путем определяли вес пленки  $Q_p$  объемом соответствующим площади образца и глубине царапины  $Q_p = h \cdot S \cdot \gamma$ ,

где  $h$  - максимальная величина царапины;

$S$  - площадь образца;

$\gamma$  - объемный вес пленки лака.

Отношение  $\frac{Q}{Q_0}$ . 100% характеризует долю микрорезания в процессе полирования.

Натуральные образцы шлифуют, как правило, по всей поверхности. Поэтому проводились аналогичные исследования при полировании образцов у которых шлифовалась вся лицевая поверхность.

Режим полирования в обоих случаях был одинаковым.

На рис. I представлена графическая зависимость веса снимаемой пленки от глубины царапины. Линия 3 соответствует весу, определенному расчетным путем. Линии 1 и 2 показывают зависимость веса снимаемой пленки от глубины царапины при полировании неровностей в виде полосы и после сплошного шлифования соответственно, полученные на основе проведенных опытов.

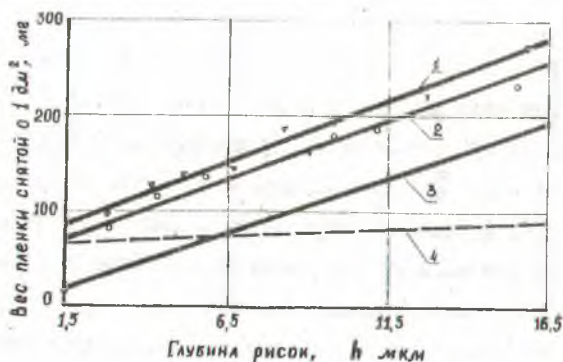


Рис. I. Зависимость массы пленки, которую необходимо снять с 1 дм<sup>2</sup> поверхности при полировании, от высоты неровностей.

- 1 — при полировании неровностей в виде полосы;
- 2 — то же при сплошном шлифовании поверхности;
- 3 — расчетная масса пленки;
- 4 — разница значений показываемых линиями 1 и 3.

Обе эти зависимости после обработки результатов хорошо описываются эмпирическими уравнениями:

$$Q' = 13h + 66,3 \quad (1)$$

$$Q'' = 12,4h + 55,2 \quad (2)$$

Из рисунка видно, что фактически снятый вес пленки больше расчетного. Отношение  $\frac{Q}{Q'}$  · 100% во всех случаях больше 100%.

Это говорит о том, что во время полирования, в результате микроабразивного действия удаляется не часть высоты царапины, а слой пленки толщиной несколько большей чем высота наибольшей царапины.

Превышение веса фактически снимаемой пленки по сравнению с расчетной объясняется наличием волосяных трещин, образуемых в местах расположения царапин. Такие трещины получаются еще во время шлифования в результате удара зерен и видны под микроскопом. Для получения гляцевой поверхности необходимо снять пленку толщиной равной глубине рельефного и трещиноватого слоя. Для тех величин царапин, которые обычно снимаются при полировании, толщина трещиноватого слоя составляет 1-2 толщины рельефного. При удалении такой толщины пленки решающее значение на производительность полирования оказывает микроабразивное действие.

С целью проверки полученных результатов была проведена еще одна серия опытов по установлению роли микроабразивного резания и пластической деформации при полировании.

Было проведено полирование без пасты. Таким образом предполагалось устранить фактор микроабразивного действия. При обычном полировании с пастой, для устранения неровностей глубиной 4 мкм необходимо 2-3 минуты.

За 90 минут полирования при таких же условиях, но без пасты, глубина царапины уменьшилась всего на 2,5 - 3 мкм.



Взвешивание образцов после таких опытов показало, что и в этом случае произошла потеря веса образца соответствующая уменьшению величины царапины.

Таким образом даже увеличение времени полирования в 30-45 раз, при устранении фактора микроабразивного действия не позволяет полностью удалить неровности и получить поверхность с высокой степенью блеска. Это еще раз подтверждает, что решающее значение при полировании полиэфирных покрытий принадлежит микроабразивному действию пасты. Влияния других факторов, во время опытов, не обнаружено.

#### П. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Исследования производились на экспериментальной установке, представляющей собой однобарабанный полировальный станок позволяющий изменять удельное давление, скорость подачи стола, окружную скорость барабана, угол поворота оси барабана к направлению подачи. Величина хода стола во всех случаях составляла 500 мм.

Полировали покрытия на основе лака ИЭ-246. для устранения влияния фактора подложки и получения сравнимых результатов для всех проводимых исследований, вместо полирования покрытий на древесине проводилось полирование модели.

Модель представляла собой монолитный образец лака размером 100x100x18 мм. чтобы устранить влияние степени подготовки поверхности, исследования проводились на образцах, у которых обрабатываемая поверхность была предварительно отполирована. Проводились опыты по сравнению результатов, полученных при полировании шлифованных и шлифованных образцов. При этом учитывалось также размещение образцов по направлению шлифования. Установ-

лено, что удельная производительность при полировании шлифованной поверхности несколько выше чем при полировании отполированной. Размещение образцов по направлению шлифования относительно направления подачи оказывает весьма незначительное влияние.

Для устранения влияния времени выдержки на удельную производительность, перед полированием образцы выдерживались более 15 суток. За это время их физико-механические свойства приобретали стабильные значения, так как практически полностью заканчивался процесс полимеризации.

Для оценки производительности полировального барабана, в работе принята удельная производительность барабана ( $q$ ). Она представляет собой съем пленки с единицы площади образца за единицу времени  $\frac{\text{мг}}{\text{дм}^2 \text{ мин}}$ . Установить количество снятого за время опыта лака, можно взвешиванием образца до и после полирования. Чтобы степень точности весов как можно меньше влияла на точность измерения, необходимо чтоб потеря в весе образца значительно превышала точность весов.

Величину удельной производительности барабана определяли из уравнения

$$q = \frac{Q_n - Q_k}{S \cdot t} \quad (3)$$

где  $q$   $\frac{\text{мг}}{\text{дм}^2 \text{ мин}}$  - удельная производительность барабана;

$Q_n, Q_k$  мг - вес образца до и после полирования;

$S$   $\text{дм}^2$  - площадь образца;

$t$  /мин/- время полирования.

Качество полированной поверхности определялось по блескомеру Р-4 и эталонам.

Исследование температурного поля решалось двойко - путем аналитического расчета и путем экспериментального определения температурных зависимостей.

Для экспериментального определения температуры использовали медно-константановые термомпары и осциллограф Н-700, показания которого записывали на фотобумаге.

Для аналитических расчетов использовали результаты полученные при решении задач теплопроводности. При этом проводили исследования по определению следующих величин входящих в формулы для аналитических расчетов:

а/ теплоемкость -  $C$ ;

б/ теплопроводность -  $\lambda$ ;

в/ интенсивность тепловыделения -  $q$ .

Для большинства серий опытов устанавливали зависимость удельной производительности, качества поверхности и температуры нагрева покрытия от того или иного фактора при постоянных остальных. При определении удельной производительности количество наблюдений устанавливалось на основании обработки полученных результатов методом вариационной статистики и составляло  $8 \pm 12$  наблюдений. Значение температуры бралось как среднеарифметическое четырех наблюдений. После определения влияния температуры на удельную производительность изучалось влияние режимных факторов, а затем при лучших режимах, конструкции барабана и схемы полирования. После установления лучших конструкций барабана и схем расположения, исследовалось влияние абразивных материалов.

Жидкая рабочая суспензия наносилась на образцы перед полированием, а брикетная паста - на барабан во время его вращения.

Длительность полирования для большинства наблюдений была принята равной 10 мин.

### Ш. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОКРЫТИЯ.

Для аналитических расчетов температурное поле представлялось в виде движущегося полосового источника тепла.

Решение дифференциального уравнения теплопроводности, когда полосовой источник имеет конечную ширину  $2\ell$  и его действие происходит в течение определенного времени  $\tau = \tau_0$ , изменяющегося от 0 до  $\infty$  устанавливает значение температуры на поверхности покрытия:

$$T_n = \frac{2q}{\sqrt{\pi \lambda c \rho} U_g} \sqrt{|x - \ell|} \quad \text{для } \ell \leq x < \infty \quad (4)$$

$$T_i = \frac{2q}{\sqrt{\pi \lambda c \rho} U_g} (\sqrt{|x - \ell|} - \sqrt{|x + \ell|}) \quad \text{для } \infty \geq x \geq \ell, \quad (5)$$

- где  $T_n, T_i$  - температура поверхности в контактный и после контактный период;
- $x$  - координата точки в которой определяем температуру;
- $U_g$  - скорость движения детали;
- $q$  - удельный вес материала пленки;
- $\sigma$  - интенсивность тепловыделения на единичной площадке;
- $c$  - удельная теплоемкость;
- $\lambda$  - коэффициент теплопроводности.

После выхода точки из зоны контакта температура её, в результате теплоотдачи убывает, но практически она всегда будет выше начальной  $T_0$ . Перед вторым проходом детали под барабаном температура на поверхности будет равна  $T_2 = T_0 + T_i$ . (6)

Перед  $n$ -ым проходом  $T_n = T_0 + T_{(n-1)}$ . (7)

#### IV. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Для решения уравнений (4,5) применительно к полиэфирной пленке, надо знать её теплофизические характеристики:  $c, \lambda \sim q$   
Эти данные определяли экспериментальным путем и установили, что

для пленки лака ПЭ-246:  $C = 0,469 \frac{\text{ккал}}{\text{г.град}}$ ;  $\lambda = 12,9 \times 10^{-5}$

$\frac{\text{ккал}}{\text{см.град,сек}}$ ;  $q = 0,356; 1,228; 2,872 \frac{\text{ккал}}{\text{см}^2 \text{сек}}$  при удельном давлении 98, 100, 121  $\frac{\text{г}}{\text{см}^2}$ .

Для точек, расположенных посредине детали, при длине хода стола 500 мм, изменение температуры за один проход детали под барабаном показано на рис.2, сплошными линиями. Здесь же пунктирными линиями показано изменение температуры полученное экспериментальным способом.

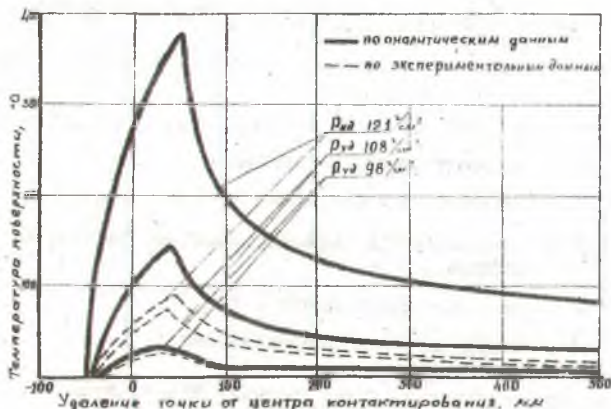


Рис.2. Изменение температуры на поверхности покрытия за один проход под барабаном.

Как видно из рисунка, по значению температуры экспериментальные и аналитические кривые совпадают в пределах ошибки эксперимента только для случая удельного давления 98 г/см<sup>2</sup>. При давлениях 108 и 121  $\frac{\text{г}}{\text{см}^2}$  значение температуры по экспериментальным данным ниже значения температуры полученного аналитическими расчетами.



С целью установления механизма действия абразивного зерна сравнивали динамику изменения удельной производительности и температуры на поверхности в зависимости от времени полирования. Результаты полученные при окружной скорости барабана 25м/сек, скорости подачи стола 10 м/мин и удельном давлении  $95 \frac{\Gamma}{\text{см}^2}$  представлены на рис.3.

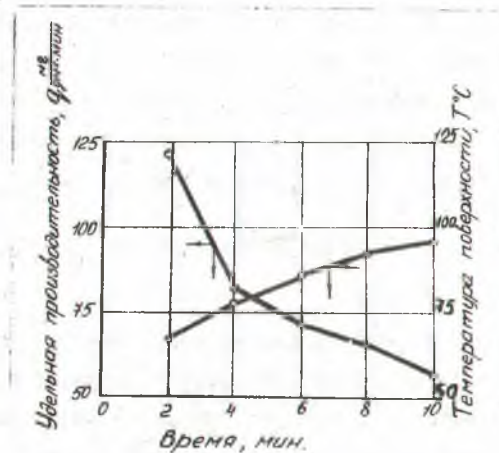


Рис.3. Зависимость удельной производительности и температуры от времени полирования.

Пасту наносили через каждые 10 мин. работы с общим расходом рабочей суспензии  $320 \frac{\Gamma}{\text{м}^2}$ . Значение температуры представлено в момент входа точки в зону контактирования, как видно из рисунка, с увеличением времени работы барабана от 2 до 10 мин., удельная производительность падает на 56%, а температура нагрева поверхности в это время возрастает на 42%. Удельная производительность больше в том случае когда температура поверхности ниже.

Такое положение можно объяснить, если рассматривать полирование как микробрайивный процесс. В начале полирования, когда

температура небольшая, полиэфирное покрытие ведет себя как хрупкий материал. Воздействие свободных абразивных частиц полировальной пасты на поверхность полиэфирного покрытия вызывает возникновение конусообразных трещин, пересечение которых приводит к выкалыванию микроскопических крупинок лака. Кроме того, те зерна, которые жестко закреплены в ткани полировальника, могут удалять покрытие в виде мельчайших стружек.

При достижении определенной температуры, покрытие теряет хрупкие свойства. Видимо, в это время не может происходить выкалывание частиц лака, а их удаление совершается только с помощью микрорезания абразивными зёрнами.

#### У. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ ФАКТОРОВ.

##### а/ Удельное давление.

При исследовании характера влияния удельного давления на процесс полирования, установили зависимость удельной производительности от удельного давления при окружной скорости 20 м/сек, скорости подачи 10 м/мин, расходе рабочей суспензии 160 г/м<sup>2</sup> для барабана набраного из кругов с фанерными прокладками между ними и из кругов с прокладками в виде турбинок.

В результате обработки экспериментальных данных получены эмпирические зависимости ( 8 и 9 )

$$q_r = 1,34 P_{yy} - 0,0068 P_{yy}^2 - 24,5 \quad ( 8 )$$

$$q_r = 2,3 P_{tt} - 0,0123 P_{tt}^2 - 54, \quad ( 9 )$$

где  $q_r$  - удельная производительность для барабанов с фанерными прокладками;

$q_r$  - тоже, для барабанов с турбинками.

Температура нагрева пленки с увеличением удельного давления возрастает.

При давлении 144 г/см<sup>2</sup> и больше она повышается настолько, что вызывает появление трещин в пленке и значительное уменьшение производительности.

В результате проведенных исследований установлено, что наибольшая величина удельной производительности и хорошее качество поверхности получены при  $P_{39} = 90 + 100$  г/см<sup>2</sup>.

б/ Окружная скорость барабана.

Проводили две серии экспериментов. В одной из них барабан набирали из кругов с фанерными прокладками между ними, в другой - фанерные прокладки заменяли турбинками.

Результаты, полученные для барабанов с фанерными прокладками представлены на рис.4.

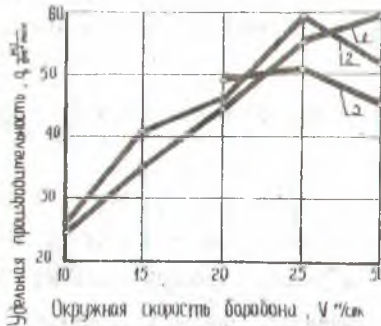


Рис.4. зависимость удельной производительности от окружной скорости барабана.

1 - Руд = 75 г/см<sup>2</sup>; 2 - Руд = 95 г/см<sup>2</sup>; 3 - Руд = 144 г/см<sup>2</sup>

для барабанов в турбинками - в таблице

| $V$ м/сек | Удельная производительность мг/дм <sup>2</sup> · мин<br>при удельном давлении г/см <sup>2</sup> |      |      |
|-----------|---|------|------|
|           | 44  | 74   | 95   |
| 20        | 44  | 58,0 | 57,0 |
| 25        | 45,1  | 59,0 | 61,4 |
| 30        | 48,8  | 57,2 | 37,9 |

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что увеличение окружной скорости барабана в целом способствует увеличению его производительности, однако для окружной скорости 30 м/сек и более, из-за интенсивного сброса пасты не наблюдается значительного увеличения удельной производительности. Применение таких повышенных скоростей требует разработки специальных видов паст, способных лучше удерживаться на барабане.

Степень нагрева поверхности с увеличением окружной скорости несколько возрастает, хотя ухудшения качества поверхности при этом не обнаружено.

Для пасты № 290 лучшим значением окружной скорости следует считать 25 м/сек.

#### в/ Скорость подачи.

Исследование влияния скорости подачи стола на процесс полирования проводили для окружных скоростей барабана 20, 25 и 30 м/сек. На рис. 5 показана зависимость удельной производительности от скорости подачи полученная для нескольких значений удельного давления при окружной скорости 20 м/сек. Из рисунка видно, что при скорости подачи 5,5 - 7 м/мин удельная производительность значительно выше чем при всех остальных.

Такой же характер зависимости наблюдается и для окружных скоростей 25 и 30 м/сек только скорость подачи, при которой удельная производительность наибольшая, составляет 10 и 15 м/мин соответ-

венно.

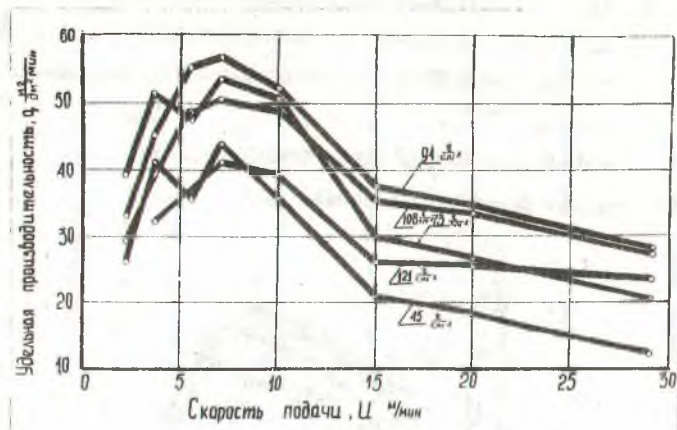


Рис.5. Зависимость удельной производительности от скорости подачи.

В связи с этим имеет смысл говорить об соотношении

$$K = \frac{60 V \text{ м/сек}}{U \text{ м/мин}}$$

Для окружных скоростей барабана 20,25 и 30 м/сек максимальная удельная производительность получена при значениях  $K$  в пределах 120-170.

#### VI. ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И СХЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ БАРАБАНА.

Исследование влияния некоторых конструкций и схем расположения барабана на процесс полирования проводили путем сравнения критериев оценки, полученных при окружной скорости барабана - 20 м/сек, скорости подачи - 7 м/мин, расхода рабочей суспензии пасты № 290-160 г/м<sup>2</sup>. Исследования проводили с барабанами набранными из:

3313ар



- а/ кругов с фанерными прокладками между ними;
- б/ кругов с прокладками в виде турбинок;
- в/ кругов, наклоненных к оси барабана, с прокладками в виде турбинок;
- г/ продольных секций типа "беличье колесо".

Полученные результаты показаны на рис.6

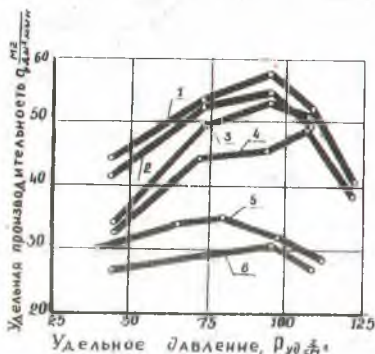


Рис.6. Зависимость удельной производительности от удельного давления для нескольких конструкций и схем расположения барабана.

- 1 - для барабанов из кругов расположенных под углом  $90^{\circ}$  к оси;
- 2-3 - то же наклоненных под углом  $3^{\circ}$  и  $7^{\circ}$ ;
- 4 - для барабанов из кругов с фанерными прокладками;
- 5 - для барабана типа "беличье колесо";
- 6 - для барабана с осцилляцией / станок И-1Б/.

Из представленных конструкций лучшим по удельной производительности следует считать барабан, набранный из кругов с турбинками, расположенных под углом  $90^{\circ}$  к оси вращения. Однако при этом в связи с неодинаковой жесткостью барабана по длине качество поверхности получается неудовлетворительным. Наилучшее качество поверхности получается при полировании барабаном типа "беличье колесо".

С использованием барабанов, у которых круги наклонены к оси под углом  $7^{\circ}$  и более, можно получить хорошее качество поверхности при высокой удельной производительности.

Удельная производительность и качество поверхности зависят от схем расположения барабана. Из используемых в практике схем расположения барабанов исследовались следующие:

1. Барабаны расположенные под прямым углом к направлению подачи с механизмом осцилляции;
2. То же, но без механизма осцилляции;
3. С поворотом на некоторый угол к направлению подачи.

При исследовании перечисленных выше схем расположения применялись барабаны, набранные из кругов с турбинками между ними.

У барабанов расположенных под прямым углом к направлению подачи и без механизма осцилляции, при высокой удельной производительности, качество получаемой поверхности неудовлетворительное.

Исследование влияния осцилляции проводили на станке ПИБ. Полученная зависимость удельной производительности представлена на рис.5 кривой 6. Как видно из рисунка, при полировании с осцилляцией, удельная производительность меньше, чем при такой же конструкции барабана без осцилляции.

Хорошее качество поверхности, при высокой удельной производительности, можно получить при полировании барабаном повернутым относительно направления подачи.

Эффект самоосцилляции наблюдается при повороте барабана на угол  $20^{\circ}$  и больше.

На основании проведенных исследований установлено, что для увеличения производительности позиционных однобарабанных полировальных станков типа ПІ-Б необходимо механизм осцилляции заменить наклоном кругов к оси барабана. Для станков проходного типа рекомендуется применять одновременно и наклон кругов к оси

барабана и поворот оси барабана относительно направления подачи.

#### УП. ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И ВИДА АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА.

##### а/ Расход рабочей суспензии.

Исследование зависимости удельной производительности барабана от расхода рабочей суспензии /80, 160, 320, 480 и 640 г/м<sup>2</sup>/ проводилось для окружных скоростей барабана 20, 25 и 30 м/сек.

Анализ полученных зависимостей показывает, что с увеличением расхода пасты от 80 до 640 г/м<sup>2</sup>, удельная производительность возрастает сначала быстро, а затем наблюдается уменьшение её прироста.

С увеличением расхода рабочей суспензии, несколько снижается температура нагрева поверхности, что положительно сказывается на качестве покрытия.

##### б/ Содержание сухого остатка в рабочей суспензии.

С изменением содержания сухого остатка рабочей суспензии будет изменяться и количество зерен, участвующих в работе по диспергированию пленки при одном и том же расходе суспензии.

Для характеристики состояния рабочей суспензии применялось два критерия - содержание сухого остатка и концентрация пасты в ней.

На рис. 7 представлена зависимость удельной производительности барабана от содержания сухого остатка и концентрации рабочей суспензии при расходе 320 г/м<sup>2</sup> для окружной скорости 25 м/сек и скорости подачи 10 м/мин.

Из рисунка видно, что удельная производительность наибольшая при значении сухого остатка 56%.

С изменением расхода рабочей суспензии до 480 г/м<sup>2</sup> наиболь-

ная удельная производительность наблюдается при содержании сухого остатка - 66%.

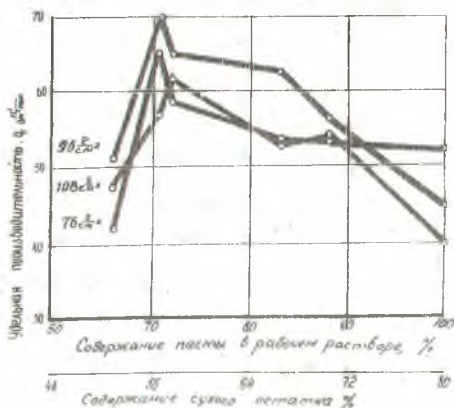


Рис.7. Зависимость удельной производительности от содержания сухого остатка и концентрации рабочей суспензии.

в/ Сравнение производительности для различных марок пасты.

Исследования проводились для пасты № 290, брикетной пасты "Циклон-25" и жидкой пасты "Циклон-20" при расходе 320 г/м<sup>2</sup>.

При полировании пастой "Циклон-25", разработанной в МЛТИ, удельная производительность повышается приблизительно на 60% по сравнению с работой пастой № 290, что объясняется более жестким закреплением зерна в связующем и изменением рецептуры пасты. С применением пасты "Циклон-20" удельная производительность уменьшается приблизительно на 20% по сравнению с пастой № 290, что можно отнести за счет уменьшения размера основной фракции абразива.

Установлена возможность повторного использования пасты № 290 после работы в течении 10 мин. при одновременном снижении удель-

ной производительности на 20-30%.

### УШ. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.

Определение экономической эффективности проводили применительно к условиям базового предприятия львовской мебельной фирмы "Карпаты". При этом исходили из сравнения значений удельной производительности, полученных на станке ИГ-Б с осцилляцией в производственных условиях, с значениями, полученными на модернизированном станке, у которого барабан набранный из кругов наклоненных к оси вращения под углом  $7^{\circ}$  без механизма осцилляции.

Сравнивая калькуляции себестоимости полирования по существующим и по рекомендуемым режимам установили, что годовая экономия от внедрения результатов исследования на предприятии с объемом полирования 40000 м<sup>2</sup> в год, составляет 8892 рублей, т.е. 0,2223 рубля на 1 м<sup>2</sup> полируемой поверхности.

### ИХ. ЗАКОНОМЕРНОСТИ АБРАЗИВНОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ.

#### I. Механизм абразивного диспергирования.

На основании проведенных экспериментов, показавших значительную роль микроабразивного действия в процессе полирования полиэфирных покрытий, можно сделать вывод, что полирование представляет собой в основном процесс абразивного диспергирования /износа/ свободным абразивом. Каждый элементарный акт воздействия на поверхность абразивной частицы носит характер удара, образующего на обрабатываемой поверхности разрушения в виде выколов и микротрещин.

Все исследования и расчеты, связанные с абразивным диспергированием в процессах шлифования и полирования основываются на известной гипотезе Престона, из которой следует, что

$$J_m = c_m P V, \quad (Iu)$$

где  $J_m$  - количество материала /объем, вес и т.д./ диспергированного в единицу времени.



$P$  - давление по нормам к трущимся поверхностям;

$V$  - скорость относительного движения поверхностей;

$C_m$  - постоянная для выбранного режима диспергирования /характеризует влияние всех остальных технологических факторов/

Соотношение (10), разработанное для стекла, оказывается справедливым при его обработке вплоть до критических значений  $P_k$ , при котором происходит разрушение материала абразива, далее начинает выявляться нелинейный характер зависимости.

Работами Л.С.Цесник продолжены и значительно расширены теоретические исследования в связи функции  $J_m$  с различными известными физическими величинами при полировании стекла. Полученные результаты позволяют количественно установить не только линейную часть функции  $J_m$ , но и выяснить её нелинейную часть.

В результате исследований Л.С.Цесник получил развернутое выражение уравнения диспергирования.

При экстремальной проверке зависимости  $J = f(P)$  обнаруживается существование критических точек при которых  $J_m$  достигает максимального значения, соответствующего критическому давлению  $P_k$ , так что при дальнейшем повышении давления величина  $J_m$  уже не возрастает, а падает. Такое положение постоянно подтверждалось нашими опытами при полировании полиэфирных покрытий ластой.

Для вычисления  $J_m$  в линейной области давления можно пользоваться выражением (II)

$$J_m = 0,52 f \left( \frac{\alpha}{h} \right)^5 \cdot \frac{\gamma_s \cdot \varepsilon \cdot \rho_a \cdot h}{3 \cdot 2 \cdot \alpha^2 \cdot G} \cdot \rho \cdot V, \quad (II)$$

- где  $f$  - коэффициент трения;  
 $\alpha$  - средний диаметр диспергируемой частицы;  
 $h$  - диаметр абразивного зерна;  
 $\rho_a$  - удельный вес диспергируемых частиц;

$\varepsilon$  - множитель пропорциональности;

$\sigma$  - удельная поверхностная энергия материала пленки;

$\gamma$  - параметр формы диспергируемой частицы.

Если диспергируемая частица имеет кубическую форму, то  $\gamma = 6$ ,  
при шаровой форме  $\gamma = \pi$ , средний  $\gamma = \frac{\pi + 6}{2} = 4,6$ ;

$\rho$  - удельное давление полировальника;

$v$  - окружная скорость барабана.

Резюмируя полученные результаты, можно прежде всего заметить, что механизм абразивного диспергирования носит явно выраженный статистический характер, обуславливаемый громадным числом одновременно работающих зерен. Количественная связь между всеми параметрами процесса диспергирования осуществляется через три основные физические параметры: диаметр  $k$  абразивного зерна, коэффициент трения  $f$ , барабана с покрытием и поверхностную энергию  $\sigma$  диспергируемого материала.

Определив значение величин входящих в формулу II для нашего случая, а также сравнив теоретические и экспериментальные результаты при полировании полиэфирного покрытия, можно установить, насколько выводы Л.С.Цесника, сделанные им для стекла, справедливы при полировании полиэфирных пленок.

Определение величины поверхностной энергии полиэфирной пленки проводили методом взаимного шлифования модели и материала с заранее известным значением поверхностной энергии. Такими материалами были медь, латунь и свинец. Полученное значение поверхностной энергии для пленки лака ИЭ-246 составляет 64-100 эрг/см<sup>2</sup>.

Значение  $f$ , полученное на основании опыта на экспериментальной установке, колеблется в пределах 0,65-0,70.

Значение остальных величин входящих в формулу II определялось расчетным путем, а также на основании результатов полученных

для стекла.

Проводили сравнение значений  $R_x$  и  $J_m$ . Значение  $R_x$  установленное аналитически будет = 101,7 г/см<sup>2</sup>. По ранее установленным экспериментальным данным  $R_x = 96-98$  г/см<sup>2</sup>. Полученные результаты  $R_x$  довольно близки по своему значению, что говорит о хорошей достоверности аналитических и экспериментальных результатов. Значения  $J_m$  определенные аналитически, примерно в два раза больше тех, которые получили экспериментальным путем. Это говорит о том, что теоретические предпосылки отображают закономерность процесса полирования полиэфирных покрытий. Однако, для более точного количественного определения  $J_m$ , необходимо путем дальнейших исследований уточнить значение таких величин:  $\sigma$ ,  $\frac{\sigma}{A}$ ,  $\epsilon$ . В работе принято, что их значения в процессе полирования не изменяются, однако в связи с потерей пленкой хрупких свойств под действием температуры, есть основания утверждать, что во время работы они будут изменяться.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Процесс полирования полиэфирных покрытий на древесине происходит в основном в результате микроабразивного действия. Сколько-нибудь заметного удаления неровностей в результате действия пластических деформаций не обнаружено.

2. Установлен механизм влияния температуры нагрева пленки на удельную производительность при полировании. Удельная производительность больше в тех случаях, когда температура ниже при прочих равных условиях.

3. Определено влияние режимных факторов на процесс полирования. Оптимальным удельным давлением следует считать 90-100 г/см<sup>2</sup>. Для окружных скоростей барабана 20,25 и 30 м/сек. Полирование необходимо проводить при скоростях подачи 7,10 и 15 м/мин соответственно.

С использованием пасты № 290 лучшим значением окружной скорости следует считать 25 м/сек.

4. У барабанов с механизмом осцилляции, при хорошем качестве полирования, удельная производительность самая низкая из рассмотренных схем расположения барабана. Для увеличения удельной производительности и получения высококачественной поверхности необходимо применять барабаны:

а/ набранные из кругов, наклоненных к оси вращения;

б/ набранные из продольных секций;

в/ повернутые относительно направления подачи на угол не меньше  $20^{\circ}$ .

5. Удельная производительность барабана в значительной степени зависит от характеристики применяемого абразивного материала. Лучшим следует считать для пасты № 290 расход  $320 \text{ г/м}^2$  при значении сухого остатка 56%.

6. Сделана попытка определить интенсивность абразивного диспергирования аналитическим способом. Однако, сравнение результатов, полученных экспериментально и аналитически, для нескольких условий полирования, показало различие в значениях, установленных экспериментальным путем, от аналитических примерно в два раза. Такое различие можно объяснить трудностью точного определения некоторых величин, входящих в формулу для определения интенсивности диспергирования.

Результаты работы доложены на общепитутских конференциях ЛТИ в 1970, 1971, 1972 годах, научно-технических конференциях молодых специалистов в УкрНИИМОДЕ 1970, 1972 годах, на конференции молодых специалистов и ученых во ВНИИД-Маше в декабре 1971.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах автора:

1. "Исследование процесса полирования полиэфирных лаковых покрытий". Сборник научных трудов молодых специалистов, УкрНИИМОД, К., 1970.
2. "Влияние некоторых факторов на производительность полировальных барабанов. Реф.инф. "Мебель", № 10, 1971г.
3. "Выбор абразивного материала для полирования полиэфирных пленок". Реф.инф. "Мебель", № 15, 1971 г.
4. "Исследование процесса полирования полиэфирных покрытий". Материалы второй конференции молодых специалистов и ученых, ВНИИДМАШ, М., 1971г.
5. "Роль микроабразивного действия в процессе полирования полиэфирных покрытий". Сборник "Лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность", вып.9, К., 1972г.
6. "Исследование температуры нагрева поверхности при полировании полиэфирных покрытий на древесине". Тезисы доклада на I научно-технической конференции УкрНИИМОД, К, 1972г.

---

Ваши отзывы и замечания по автореферату просим направлять в двух экземплярах с заверенными подписями в адрес Совета.



№ 19164

Заказ 538

Тираж 120 экз.

Объем I п.л.

Подписано к печати 2.10.73г.

Отпечатано на ротапринте ВТИ им. С.М.Кирова