

УДК 621.9.01

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ПЛАСТИН ИЗ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОГО ПЛАСТИКА ПРОБОЙНИКОМ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

С.А. МАКСИМОВ; д-р техн. наук, проф. Б.С. СУНКУЕВ
(Витебский государственный технологический университет)

Рассматривается вопрос экспериментального исследования влияния режимов резания (скорости резания, подачи) при обработке окон и пазов в пластинах из поливинилхлоридного пластика пробойником на качество обработанной поверхности окон и пазов. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния скорости пробойника и величины подачи пластины из такого пластика на качество обработанной поверхности окон и пазов в этой пластине. Установлены зависимости качества обработки пластин из поливинилхлоридного пластика пробойником от режимов резания.

Ключевые слова: обработка пластин из поливинилхлоридного пластика, пробойник, качество поверхности, режимы обработки, автоматизированный комплекс.

Введение и постановка задачи исследования. Экономия энергетических, материальных и трудовых ресурсов – приоритетное направление в разработке нового оборудования в различных отраслях промышленности. Этот принцип распространяется и на оборудование обувного, а также кожгалантерейного производства. В условиях мелкосерийного, среднесерийного производства возрастает потребность в разного рода полуавтоматах с высокими технологическими возможностями.

Технологическая оснастка к швейным полуавтоматам в значительной степени определяет стоимость и качество выпускаемой продукции. Это объясняется сложностью ее изготовления (для обработки окон и пазов в пластинах кассеты технологической оснастки необходимы фрезерные станки с ЧПУ и дорогостоящий режущий инструмент – фрезы) [1–3]. Кроме того, в настоящее время пластины технологической оснастки изготавливаются из дорогостоящих материалов (алюминиевых сплавов Д12, Д16, Д18 и им подобных). Следует также отметить, что для изготовления технологической оснастки на фрезерных станках с ЧПУ необходимы большие затраты времени, что в современных рыночных условиях нежелательно.

Кафедрой машин и аппаратов легкой промышленности УО «ВГТУ» предложен *метод изготовления пластин кассет из пластин пластика ПВХ* на автоматизированном комплексе для изготовления технологической оснастки [4] с использованием специального инструмента – пробойника, выполненного в виде цилиндрического стержня диаметром 2 мм, установленного в отверстие игловодителя швейной головки швейного полуавтомата, на базе которого выполнен автоматизированный комплекс. Данный метод обеспечивает простоту изготовления и низкую стоимость оснастки.

При изготовлении пластин кассет технологической оснастки к швейным полуавтоматам с ЧПУ на автоматизированном комплексе наиболее ответственной операцией является обработка поверхностей контуров окон и пазов пластин, в которые укладываются заготовки верха обуви, подлежащие сборке в изделие [5]. Контур должен быть изготовлен таким образом, чтобы обеспечивать укладывание в него деталей без зазоров, кроме этого контур должен быть эквидистантен контуру прокладывания соединительной строчки детали, т.е. должен как можно более точно соответствовать эталону.

На практике имеются определенные трудности с получением поверхности окон и пазов в пластинах кассет требуемого качества (экспериментально установлено, что высота неровностей обработанной поверхности окон и пазов в пластинах кассеты не должна превышать 0,1 мм). Эту проблему можно решить, изучив влияние режимов обработки пластин из пластика ПВХ пробойником на качество обработанной поверхности.

Таким образом, цель данного исследования – повышение качества обработки криволинейных контуров окон и пазов в пластинах из пластика ПВХ на основе определения связей между параметрами режимов обработки на автоматизированном комплексе этих пластин и показателями качества обработанной поверхности.

Основная часть. Предлагаемый метод обработки окон и пазов в пластинах ПВХ технологической оснастки к швейному полуавтомату с ЧПУ заключается в следующем (рисунок 1): лист пластика ПВХ 1 закрепляется в каретке координатного устройства швейного полуавтомата при помощи специальной линейки 2. Каретка координатного устройства может перемещаться по двум взаимно перпендикулярным направлениям (привод каретки осуществляется от шаговых электродвигателей). Далее запускается программа обработки, происходит перемещение каретки координатного устройства в старт-стопном режиме по заданной управляющей программе, согласно требуемому контуру относительно оси игловодителя швейной головки полуавтомата 3, в котором закреплен режущий инструмент – пробойник 4. В процессе

обработки контуров окон и пазов пробойник совершает вместе с игловодителем возвратно-поступательное движение с определенной скоростью. В период пробивки лист пластика ПВХ неподвижен. Достигнув крайнего нижнего положения, пробойник 4 перемещается вверх. Перемещение кассеты с закрепленным на ней листом ПВХ кареткой координатного устройства производится в периоды, когда пробойник 4 не контактирует с листом ПВХ.

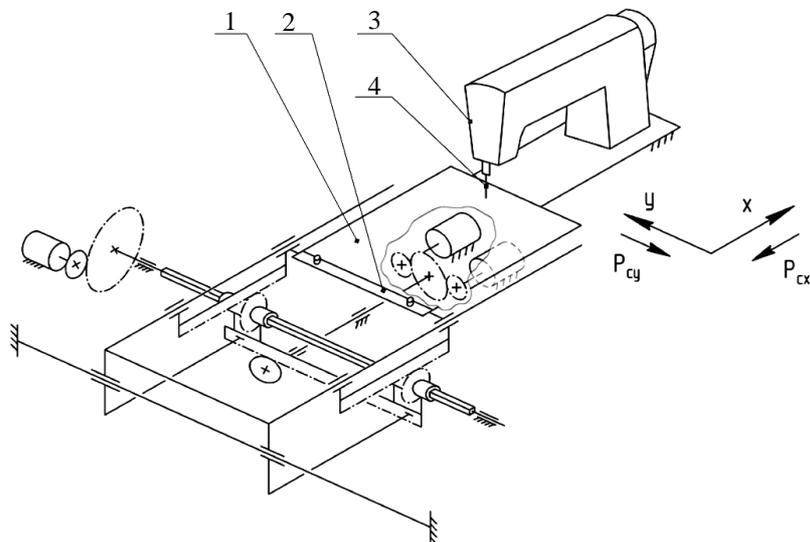
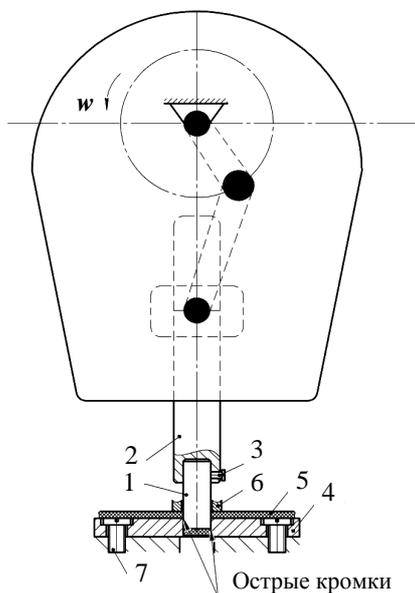


Рисунок 1. – Принципиальная схема автоматизированного комплекса

Швейная головка швейного полуавтомата (рисунок 2) содержит кривошипно-ползунный механизм иглы, посредством которого сообщается возвратно-поступательное перемещение режущему инструменту – пробойнику 1, закрепленному в отверстии игловодителя 2 при помощи винта 3 (рисунок 2).



1 – пробойник; 2 – лист пластика ПВХ;
3 – игольная пластина

Рисунок 2. – Схема механизма перемещения пробойника

В специальной игольной пластине 4, на поверхности которой расположен лист ПВХ 5 (см. рисунок 2) выполнено сквозное отверстие с острыми кромками, которое располагается соосно пробойнику 1 для его прохода при пробивке листа ПВХ, (во время пробивки лист ПВХ прижат лапкой 6). Крепление специальной игольной пластины осуществляется на платформе швейной головки при помощи винтов 7 (см. рисунок 2) аналогично штатной игольной пластине швейного полуавтомата.

Возвратно-поступательное движение пробойника является главным движением резания в предлагаемом автоматизированном комплексе. В результате сложения этих движений (перемещение координатного устройства с определенным шагом и возвратно-поступательного движения пробойника) формируются требуемые контуры пазов, служащие для позиционирования в них деталей верха обуви или кожгалантерейных изделий и прохода иглы швейной головки при соединении деталей верха обуви или кожгалантерейных изделий ниточными швами.

Иными словами, за каждый двойной ход игловодителя происходит срезание пробойником припуска. Величина срезаемого припуска во время рабочего хода определяется величиной подачи $S_{пр}$.

На рисунке 3 показаны теоретический (идеальный) контур окна и фактический контур (реальный), полученный после обработки. Текущая точка k теоретического контура представлена в подвижной системе координат XOY , жестко связанной с пластиной ПВХ, координатами x, y . Фактический контур может отличаться от теоретического вследствие погрешностей позиционирования координатного устройства швейного полуавтомата относительно пробойника [6] и шероховатости обработанной поверхности.

Цель экспериментальных исследований – изучение влияния режимов обработки пластин ПВХ касет технологической оснастки на автоматизированном комплексе для изготовления технологической оснастки к швейному полуавтомату с ЧПУ на качественные показатели обработанной поверхности.

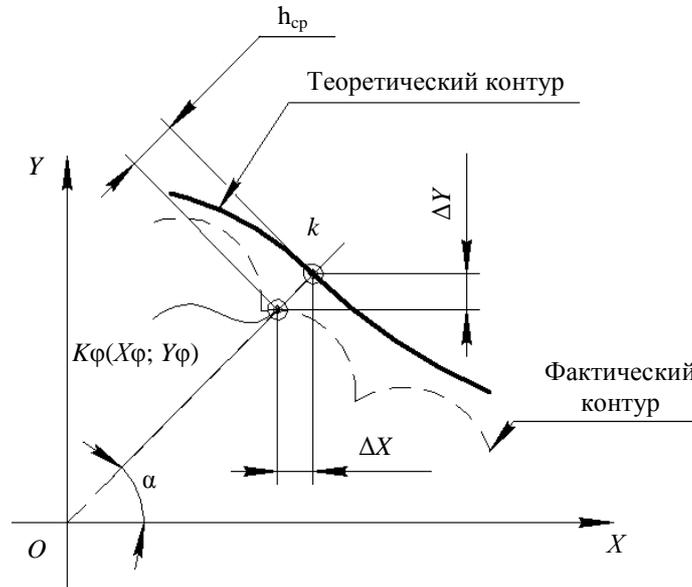


Рисунок 3. – Теоретический контур окна и фактический контур, полученный после обработки

На основании результатов исследований необходимо установить рациональные значения основных параметров (режимов) процесса резания.

С целью выявления влияния режимов резания на качество обработанных поверхностей проведена серия опытов. В качестве факторов, влияющих на качество обработанной поверхности, выбраны скорость резания V (которая определялась скоростью пробойника в момент касания им пластины ПВХ), подача S пластины ПВХ (величина перемещения пластины ПВХ между двумя рабочими ходами пробойника) и величина глубины резания (постоянная и равная толщине пластика ПВХ $t = 1$ мм).

В данных исследованиях в качестве выходного параметра, определяющего качество обработанной поверхности, выбрана величина h_{cp} :

$$h_{cp} = \frac{\sum_1^n h_i}{n},$$

где h_i – высота неровностей в i -той точке участка; n – число замеряемых точек на участке (в нашем случае принимаем $n = 10$).

Серия опытов заключалась в изготовлении образцов с пазами (рисунок 4), выполненными с различным направлением подачи (1 – перпендикулярно к оси X ; 2 – параллельно оси X ; 3 – под углом 45° к оси X ; 4 – криволинейное), в листе пластика ПВХ при различных режимах обработки (скорости резания V , подачи S) на автоматизированном комплексе для изготовления технологической оснастки к швейному полуавтомату.

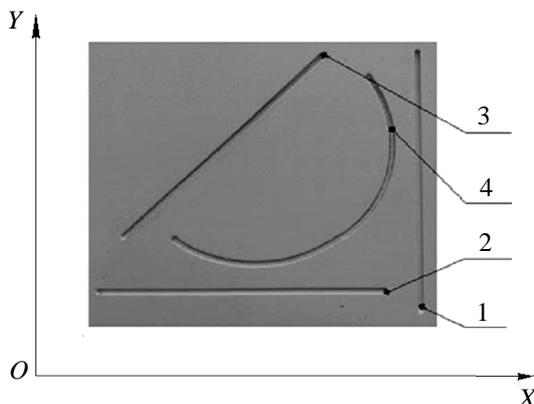


Рисунок 4. – Исследуемые контуры

Для выявления степени влияния переменных факторов процесса резания (скорости V , подачи S) на качество обработанной поверхности при изготовлении пазов (см. рисунок 4) два фактора оставались постоянными, а один варьировался.

Так, для определения влияния скорости резания (V) подача $S = 0,5$ (мм/дв. ход) и глубина резания ($t = 1$ мм) оставались постоянными, а скорость резания изменялась в диапазоне от 0,4 до 1,03 м/с и определялась в момент касания пробойником поверхности пластины ПВХ.

Для выявления влияния подачи (S) она изменялась в диапазоне $S = 0,2 \dots 0,8$ (мм/дв. ход), скорость резания и глубина при этом оставались постоянными $V = 0,4$ (м/с), $t = 1$ мм.

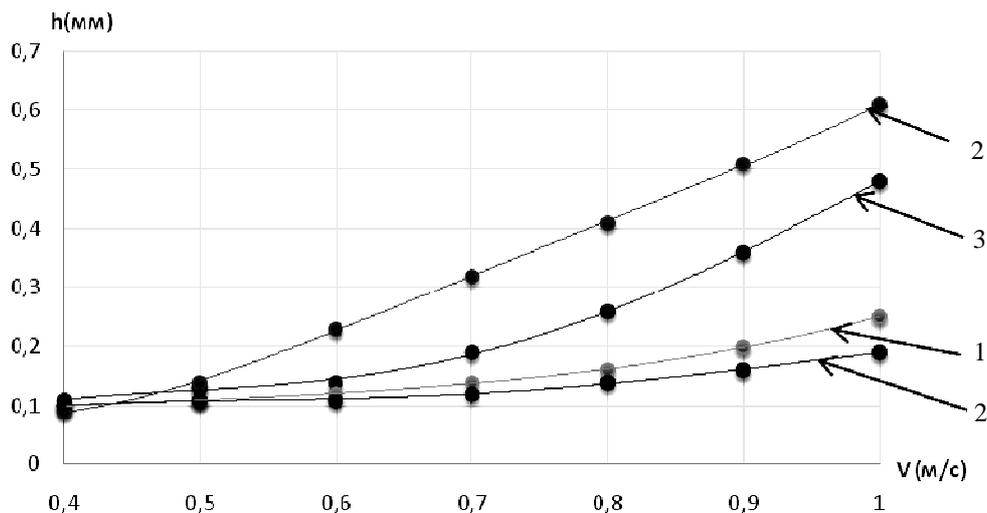
Серия опытов проводилась в лаборатории кафедры «Машины и аппараты легкой промышленности» УО «ВГТУ». Экспериментальная установка создана на базе швейного полуавтомата с микропроцессорным управлением ПШ-1 [7]. В качестве режущего инструмента использовался пробойник диаметром 2 мм, закрепленный верхним концом в отверстии игловодителя швейной головки швейного полуавтомата, в комплекте со специальной игольной пластиной, установленной на платформе швейной головки полуавтомата. В качестве материала для изготовления образцов использовался вспененный пластик ПВХ «Rigid Lite», толщиной 1 мм, основные технические характеристики которого представлены в таблице.

Основные технические характеристики вспененного пластика ПВХ «Rigid Lite»

Наименование показателя	Метод измерения (ASTM)	Единица измерения	Значение
Удельная плотность	D1505	г/м ³	0,7...0,55
Предел прочности при растяжении, не менее	D638	МПа	14
Относительное удлинение при разрыве, не менее	D638	%	29
Модуль при изгибе	D790	МПа	1050
Предел прочности при изгибе		МПа	27
Ударная вязкость надрезанного образца по Шарпи, не менее	D256	Дж/м ²	33
Твердость поверхности по Шору	D (DIN53505)		> 50 ед.

При изучении полученных образцов каждый из четырех пазов (см. рисунок 4) на всех образцах был разделен на 10 равных участков (по 10 мм), на каждом из которых взято по десять точек для замера, после чего определялось среднее значение высоты неровностей h_{cp} для всего паза. Измерения h_i проводились с помощью микроскопа отсчетного типа МПБ-3, точность измерений составляла 0,01 мм, кратность увеличения $\times 24$.

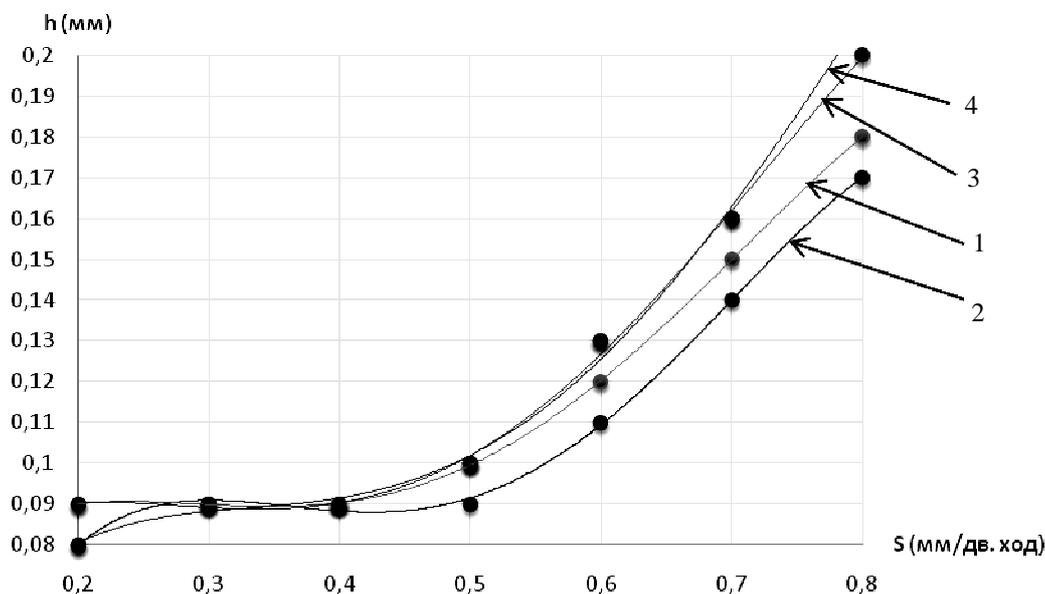
Проведенные исследования позволили получить зависимости величины высоты неровности обработанной поверхности h_{cp} контуров на листе пластика ПВХ от скорости резания V и величины подачи S пластины ПВХ. По результатам частных серий опытов построены графические зависимости влияния режимов обработки (V , S) на качество обработанной поверхности (h_{cp}). Результаты серии опытов, когда постоянными являются подача ($S = 0,5$ мм/дв. ход) и глубина резания $t = 1$ мм, а переменными – скорость резания (V), представлены графически семейством кривых на рисунке 5.



- 1 – график изменения высоты неровностей h_{cp} по пазу перпендикулярному к оси X;
- 2 – график изменения высоты неровностей h_{cp} по пазу параллельному к оси X;
- 3 – график изменения высоты неровностей h_{cp} по пазу под углом 45° к оси X;
- 4 – график изменения высоты неровностей h_{cp} по криволинейному пазу

Рисунок 5. – Зависимости высоты неровностей h_{cp} от скорости пробойника при различных направлениях подачи

На рисунке 6 представлено семейство кривых, отражающих результаты экспериментов с постоянными скоростью резания ($V = 0,4$ м/с) и глубиной резания, величина подачи варьировались.



- 1 – график изменения высоты неровностей h_{cp} по пазу, перпендикулярному к оси X;
- 2 – график изменения высоты неровностей h_{cp} по пазу параллельному к оси X;
- 3 – график изменения высоты неровностей h_{cp} по пазу под углом 45° к оси X;
- 4 – график изменения высоты неровностей h_{cp} по криволинейному пазу

Рисунок 6. – График зависимости h_{cp} от величины подачи пластины ПВХ при различных направлениях подачи

Заключение

Анализируя полученные экспериментальные результаты, сделаны следующие *выводы*:

- 1) при обработке пластин ПВХ пробойником на автоматизированном комплексе режимы резания оказывают существенное влияние на качество обработки;
- 2) увеличение скорости резания приводит к снижению качества обработанной поверхности;
- 3) требуемого качества обработанной поверхности можно достичь при значениях скорости $V \leq 0,4$ м/с, что соответствует частоте вращения главного вала швейной головки швейного полуавтомата ПШ-1 ($\omega \leq 420$ об/мин);
- 4) степень влияния величины подачи пластика на качество обработки зависит от величины самой подачи:
 - с увеличением подачи $S \geq 0,5$ мм/дв. ход пробойника качество обработанной поверхности резко ухудшается;
 - при значениях подачи $S \leq 0,5$ мм/дв. ход пробойника существенного влияния на качество обработанной поверхности она не оказывает, высота неровностей в этом случае не превышает 0,1 мм.

Следует отметить, что вектор направления подачи также оказывает влияние на высоту неровностей обработанной поверхности. Так, наименьшая высота неровностей (h_{cp}) оказалась на параллельном и перпендикулярном к оси X участках, а максимальная – на наклонном и криволинейном.

Таким образом, выполненные экспериментальные исследования позволили установить, что на качество обработанной поверхности пластин заготовок технологической оснастки из пластика ПВХ при их обработке на автоматизированном комплексе значительное влияние оказывает скорость резания V . Для уменьшения шероховатости следует стремиться к ее уменьшению. Значение величины подачи можно увеличить до 0,5 мм/дв. ход.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фрезероувальная установка для создания паллет FlatCom 30 // Рекламный проспект фирмы ISEL Германия, 2012. – 4 с.

2. Система для фрезерования паллет PMS-1 // Проспект фирмы USM / USM Австрия, 1989. – 1 с.
3. Computer-controlled Cycle Machine with Input Function AMS-215D // Рекламный проспект фирмы JUKI. – 2002. – 4 с.
4. Максимов, С.А. Автоматизированный комплекс на базе швейного полуавтомата JACK / С.А. Максимов, А.Э. Бувич // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы докл. междунар. науч.-техн. конф., Витебск, ноябрь 2015 г. ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2015. – С. 236–238.
5. Бувич, А.Э. Автоматизированное проектирование и изготовление оснастки и разработка управляющих программ к швейному полуавтомату с микропроцессорным управлением / А.Э. Бувич, Б.С. Сункуев // Вестн. ВГТУ. – 2001. – Вып. 3. – С. 43–47.
6. Расчет максимальных погрешностей позиционирования базовой пластины технологической оснастки к швейному полуавтомату с числовым программным управлением / Б.С. Сункуев [и др.] // Вестн. Киевского нац. ун-та технологии и дизайна. – 2015. – № 4 (88). – С. 58–64.
7. Швейный полуавтомат с микропроцессорным управлением : пат. ВУ 4394 / Б.С. Сункуев, О.В. Дервояд, С.А. Беликов, В.Ф. Агафонов, С.А. Маслович, В.И. Зудов, И.Л. Шнейвайс, И.А. Рябов, А.Г. Кириллов, А.С. Малиновский. – Опубл. 30.03.2002.

Поступила 04.01.2018

**INFLUENCE OF THE PROCESSING CONDITIONS
OF PLATES FROM PLASTIC PVC THE PUNCH,
ON QUALITY OF THE PROCESSED SURFACE**

S. MAKSIMOV, B. SUNCUEV

The issue of experimental research of influence of cutting conditions (cutting speed V , feed S) during the processing of windows and notches in plates made of plastic PVC with a punch on the surface quality of the windows and grooves is considered. The results of experimental studies of the effect of the speed of the punch and the feed plate, plastic, PVC surface finish of the windows and the grooves in this plate are given. The dependence of the processing quality of PVC plates with a punch from cutting is made.

Keywords: *processing of PVC plastic, punch, surface quality, machining, automated system.*