УДК 692.81

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ СВЕРЛЕНИЯ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

[1]Тарасова О.Г., [1]Чернова М.С., [2]Корчин А.И.

[1]ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, e-mail: EliseevaMS@volgatech.net;
[2]ООО «Фабрика Маэстро», Йошкар-Ола

Рассмотрена возможность совершенствования технологического процесса в условиях экономического кризиса и спада производства. Результаты измерения диаметров и расположения отверстий под ввертные петли, отраженные на контрольных картах, свидетельствуют о том, что процессы сверления по кондуктору и на одношпиндельном станке с числовым программным управлением находятся в статистически управляемом состоянии, однако имеются отклонения в размерах и взаимном расположении отверстий. Последовательное сверление до восьми отверстий значительно снижает точность, повышая трудозатраты и себестоимость. Ввиду отсутствия необходимого многошпиндельного оборудования для присадки под заданным углом предложена конструкция нового устройства, позволяющего значительно повысить производительность и точность обработки за счет жесткого базирования длинномерных деталей до 2,5 м с одновременным сверлением от двух до четырех парных отверстий при межцентровом расстоянии в 25 мм по 11–12 квалитету.

Ключевые слова: точность сверления и расположения отверстий, контрольная карта, дефекты сверления, сверлильный станок

STUDY OF THE ACCURACY DRILLING IN WOOD PRODUCTS

[1]Tarasova O.G., [1]Chernova M.S., [2]Korchin A.I.

[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola, e-mail: EliseevaMS@volgatech.net;
[2]OOO «Fabrika Majestro», Yoshkar-Ola

Capacity of technological process optimization in the context of economic crisis and decline in production is considered. Measured results of diameters and spread of holes (hole configuration) for screw-in hingers assigned in control charts show that conductor drilling operations and by means of single-spindle machine with numeric control are under statistical control. However, there are fluctuations in sizes and mutual bracing of holes. Point-to-point drilling as high as 8 (eight) holes reduce considerably the accuracy and raise labour inputs and production cost. Due to lack of appropriate mulispindle rigs for additive at a selected angle a new application is proposed. This application is able to increase dramatically productivity and working accuracy by virtue of harsh setting of long parts as high as 2,5 metres. It can drill from 2 4 pairwise holes at one stroke and centre to centre distance is 25 mm according to 11–12 quality grade.

Keywords: precision drilling and arrangement of holes, control card, drilling defects, drilling machine

Выпуск высококачественной экологически безопасной и конкурентоспособной продукции в виде дверей, оконных блоков, домов, мебели и другой продукции при удовлетворении достаточно высоких требований потребителей – цель многих производителей. Обширные лесные массивы со смешанным типом леса, где пихта, ель и сосна соседствуют с липой, дубом, берёзой, осиной, клёном и вязом, занимают более половины территории, поэтому деревообработка является одной из ключевых отраслей экономики. Анализ показал, что объемы производства по Республике Марий Эл распределяются неравномерно, о чем свидетельствуют статистические данные, представленные в табл. 1 [4].

Таблица 1

Объемы производства в РМЭ за 2009–2014 годы

Вид лесопромышленной продукции	Исследуемый период					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Блоки дверные в сборе, тыс. м^2	376,1	321,6	258,6	204,7	230,7	202,3
Блоки оконные в сборе, тыс. м^2	20,2	12,7	14	11,1	20,4	22,6

Исследования рынка производителей деревообрабатывающего оборудования позволили установить, что наблюдается общее сокращение числа произведенных станков, которое составило в 2014 году по

сравнению с 2013 годом 92,2%, а объем производства, в частности, станков деревообрабатывающих сократился на 9,8%. Однако, несмотря на определенные трудности, нельзя говорить о резком снижении объемов выпуска. Разрабатываются более совершенные модели образцов продукции, улучшается комплектация за счет применения новых видов образцов фурнитуры. Постановка на производство экспериментальных моделей требует тщательной проработки многих составляющих, а именно всех элементов технологической цепочки: конструкция изделия – технология изготовления – технологическое оборудование – комплектующие (фурнитура), при этом ориентация на потребителя направлена на обеспечение соответствия результатов работы заданным показателям качества [5].

Наличие сырьевой базы, высококвалифицированных специалистов, производственных мощностей позволяют выпускать продукцию, пользующуюся спросом не только на внутреннем рынке республики, но и далеко за ее пределами, при этом следует отметить, что многие производители Марий Эл испытывают ряд трудностей:

- в приобретении высокосортного сырья;
- подборе соответствующего оборудования или оснастки для подготовки изделий под установку новых видов фурнитуры (в частности петель для навески дверей);
- обработке древесины, так как она имеет анизотропные свойства и т.д.

Развивающееся строительство жилых и общественных зданий постоянно требует выпуска дверных блоков, в том числе имеется большой спрос на элитное жилье и улучшенные конструкции дверей. В последнее время повысился интерес потребителей к дверным полотнам с наплавом, имеющим конструкцию, позволяющую устранить наличие зазоров между полотном и коробкой, с повышением звукоизоляции и возможностью отрегулировать при помощи фурнитуры расположение полотна в пространстве и т.д. Несмотря на ряд преимуществ данного вида дверей следует отметить то, что, сверление отверстий для установки петель производится на приспособленном оборудовании: при помощи кондуктора на рабочем месте или на одношпиндельных станках.

Результаты контроля свидетельствуют о наличии отклонений от заданных размеров, форм и расположения отверстий в чистовых деталях, что задерживает дальнейшую обработку и сборку изделий, т.к. требует дополнительных технологических операций для их ликвидации. Неточность расположения и овальность отверстий ведут к образованию перекосов при установке, а уменьшение расстояния до кромки поверхности при изменении продольной оси отверстия влечет к образованию трещин и разрушению конструкции. Поэтому очень важно точное соблюдение заданного диаметра и межосевого расстояния парных отверстий, выбираемых под ввертные петли в соответствии с заданным квалитетом [3].

Анализ сверлильно-присадочного оборудования для выполнения данной технологической операции [2] позволил установить следующее:

1) имеется многошпиндельное сверлильно-присадочное оборудование, позволяющее высверливать отверстия в горизонтальной и вертикальной плоскостях, однако оно предназначено для мебельных изделий и имеет шаг между сверлами 32 мм (только для установки мебельной фурнитуры);

2) имеются одношпиндельные сверлильно-пазовальные станки, однако они имеют малые размеры рабочего стола 300–600 мм и для обработки длинномерных столярных конструкций дополнительно требуются:

а) продольные стопоры для укладки заготовки;

б) зажимы для жесткой фиксации при сверлении;

3) станки с числовым программным управлением (ЧПУ) имеют необходимую точность обработки, но высокую стоимость;

4) сверление на ЧПУ производится за несколько циклов посредством перемещения каретки шпинделя. При износе оборудования возможно образование овальности отверстий.

Для установления необходимости разработки нового оборудования и принятия решения, основанного на достоверных фактах, выполнены исследования точности сверления диаметров отверстий и межосевого расстояния под ввертные петли на поверхностях продольных стоевых брусков двери и коробки дверей с наплавом (рис. 1). Специфика конструкции и установки данных петель состоит в необходимости сверления под спаренные отверстия.

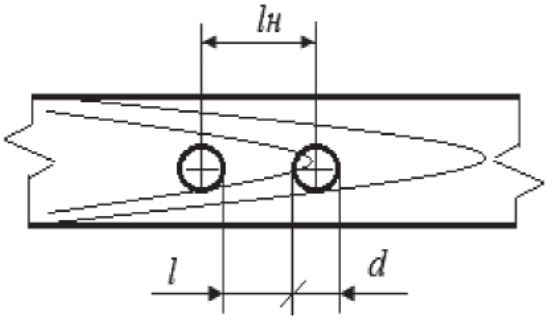

Рис. 1. Контролируемые размеры:
$l_н$ – нормативное межосевое расстояние;
l – измеряемое межосевое расстояние;
d – диаметр отверстия

Установлены следующие характеристики, необходимые для осуществления измерений:

– межосевое расстояние между высверливаемыми отверстиями под ввертные петли по 11–12 квалитету [1] должно составлять 25 ± 0,15 мм;

– допускаемая погрешность настройки станка – не более 15 % от допуска ± 0,10 мм, т.е. $[\Delta y_н] = 0{,}15\cdot(0{,}1 - (-0{,}1)) = 0{,}03$ мм.

Определены измеряемые параметры: l – расстояние между отверстиями на деталях; d – диаметр отверстий.

Таблица 2

Результаты измерений точности изготовления по $\overline{X}$-R картам

Вид карты	Обозначения измеряемого параметра	Результаты измерения						Нормированная величина с учетом ГОСТ 25346-89
		Станок с ЧПУ			Кондуктор			
		Верхняя граница, мм, UCL	Центральная линия, мм, CL	Нижняя граница, мм, LCL	Верхняя граница, мм, UCL	Центральная линия, мм, CL	Нижняя граница, мм, LCL	
$\overline{x}$	l	18,85	17,55	17,26	17,49	17,88	17,10	17,5 ± 0,15
	d	7,46	7,23	7,01	7,86	7,25	6,64	7,5 ± 0,15
R	l	0,75	0,29	0	0,98	0,40	0	
	d	0,92	0,46	0	1,53	0,60	0	

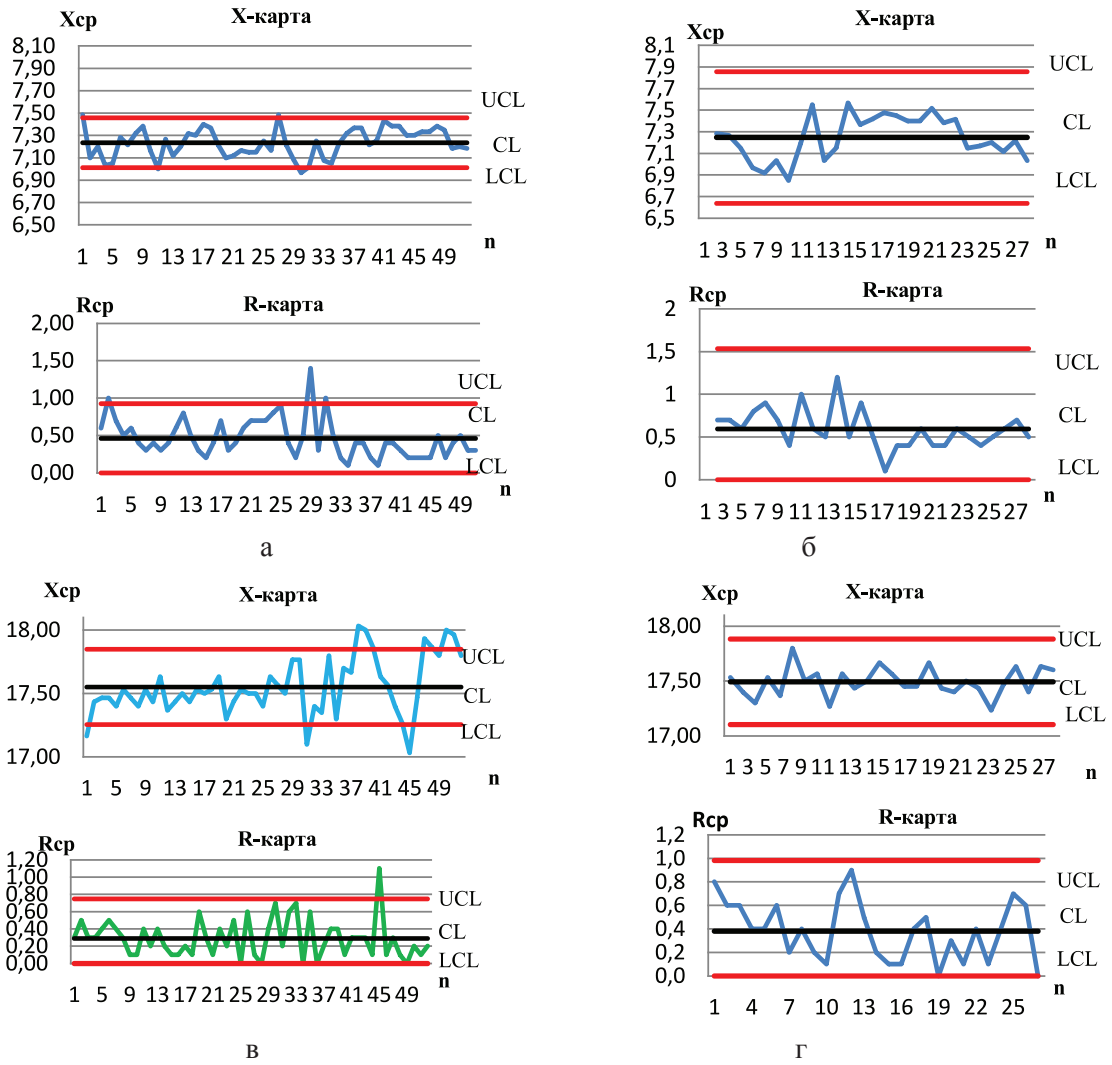

Рис. 2. Контрольные карты, где результаты измерения диаметров отверстий: а – X- и R-карты при сверлении на ЧПУ; б – X- и R-карты при сверлении по кондуктору. Результаты измерения расстояния между отверстиями: в, а – X- и R-карты при сверлении на ЧПУ; г – X- и R-карты при сверлении по кондуктору

Выполненные наблюдения показали, что сверление отверстий под ввертные петли в количестве от четырех до шести на каждой детали брусков, полотен и коробок выполнялось двумя способами:

1) на одношпиндельном станке с ЧПУ за несколько циклов посредством перемещения каретки шпинделя (поочередное сверление всех отверстий);

2) по кондуктору на подстопном месте ручным инструментом (поочередное сверление всех отверстий).

Для анализа результатов измерений выполнены расчеты и применены контрольные карты по средним $\overline{X}$ и размахом R (рис. 2), составлена сводная табл. 2 результатов контроля точности сверления деталей, полученных обоими способами.

Несмотря на то, что данные контроля свидетельствуют о статистически управляемом состоянии процесса сверления, на деталях можно обнаружить следующие виды дефектов [5]:

1) несоответствие расстояний между отверстиями;

2) заниженный или завышенный диаметр отверстия после сверления;

3) смещенное по оси направление отверстия;

4) эллиптическая форма отверстия.

Причинами появления вышеперечисленных недостатков могут быть следующие:

1) оборудование – поскольку применяется приспособленное: и кондуктор, и станок с ЧПУ, так как нет специального, высверливающего отверстия в соответствии с применяемой фурнитурой, а именно спаренные отверстия с межцентровым расстоянием в 25 мм на длинномерных деталях;

2) работник – небрежность в работе (неправильная установка детали или неточная разметка);

3) инструмент – затупление или неправильная заточка сверла.

Следует отметить то, что точность диаметров отверстий, полученных на станках с ЧПУ, выше, чем при сверлении по кондуктору, однако более точное расположение отверстий для установки дверной фурнитуры образуется при сверлении по кондуктору.

Несомненно, что применение станков с ЧПУ позволяет осуществлять экономию на трудозатратах 25–80% и увеличивает производительность примерно на 50% с обеспечением возрастания точности обработки в 2–3 раза. Однако в нашем случае, очевидно, на несоответствие межцентрового расстояния оказывает влияние вид крепления деталей, так при сверлении по кондуктору крепление осуществляется эксцентриковыми зажимами в трех местах по длине, а при сверлении на ЧПУ – пневмозажимами только по концам, при этом средняя часть детали оказывается без фиксации.

Для улучшения качества дверных блоков, в частности с наплавом, с применением ввертных петель следует усовершенствовать технологию изготовления и оборудование путем разработки новой конструкции универсального станка, позволяющего одновременно высверливать под заданным углом с тремя или четырьмя парами отверстий по длине для стандартных и нестандартных дверных блоков (ДГ, ДО и ДУ). Количество и месторасположение высверливаемых отверстий (в соответствии с числом петель) изготовитель определяет самостоятельно, с учетом требований нормативной документации на двери деревянные.

На основе анализа патентов и изучения аналогов сверлильно-присадочного оборудования разработана конструкция станка, состоящего из трубчатой каркасной станины с рейлингами, на которых крепятся от двух до четырех шпиндельных сверлильных головок со спаренными сверлами (рис. 3). Количество сверлильных головок (и петель) будет зависеть от размеров дверного блока.

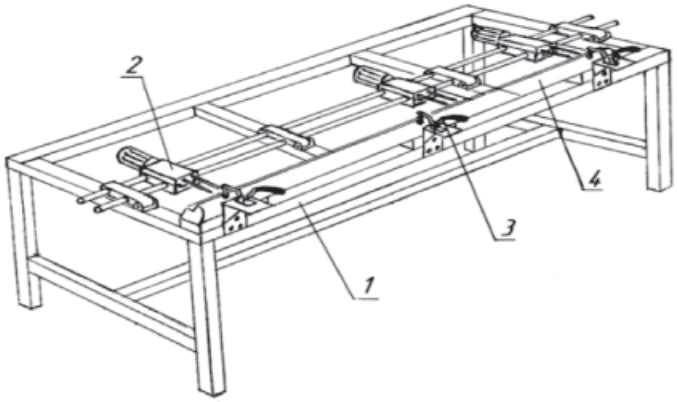

Рис. 3. Станок сверлильный:
1 – каркасная станина; 2 – шпиндельные сверлильные головки со спаренными сверлами;
3 – вертикальные зажимы; 4 – деталь полотна или коробки

Детали дверного блока с наплавом (стоевые бруски полотна и коробки) крепятся на станине с помощью нескольких вертикальных зажимов. Количество зажимов принимается в зависимости от длины брусков и составит не менее трех. Позиционирование спаренных шпинделей, осуществляется под определенным углом для деталей различного назначения (дверного полотна – в горизонтальной плоскости и коробки – под углом в 11°). Универсальность станка позволяет изменять угол сверления в зависимости от поставленных технологических задач, поскольку предусматривается присадка отверстий и для других столярных конструкций.

Основные научные положения и результаты исследований докладывались, обсуждались и были одобрены на Всероссийском конкурсе молодёжных проектов, г. Йошкар-Ола, 2014 г.; международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам, г. Йошкар-Ола, 2015 г.; программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК»), г. Йошкар-Ола, 2015 г.

Проект нового инновационного оборудования получил золотую медаль в 2015 в Сербии на Международном фестивале инноваций, знаний и изобретательства «Tesla Fest-2015».

На основе анализа полученных данных о точности соблюдения заданных параметров деталей: диаметров и межцентровых расстояний при осуществлении технологического процесса производства дверей деревянных, и в частности с наплавом, разработана новая универсальная конструкция станка, которая позволит:

- повысить производительность сверления практически в 6–8 раз (за счет одновременного сверления всех отверстий – от двух до четырех пар);
- осуществлять возможность присадки парных отверстий с шагом 25 мм, что соответствует конструкции ввертных петель;
- обеспечить сверление отверстий на стандартных и нестандартных деталях до 2,5 м;
- выполнить быструю переналадку станка и угла сверления в зависимости от поставленных технологических задач (горизонтальная плоскость или под углом);
- обеспечить точность диаметров и расположения парных отверстий по длине деталей полотна и коробки в соответствии с заданным допуском.

Список литературы

1. ГОСТ 25346-89 Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. – Введ.1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 23 с.

2. Елисеева М.С., Тарасова О.Г. О совершенствовании сверлильного оборудования для изделий из древесины // Проблемы и перспективы инновационного развития экономики регионов России: материалы II Международной научно-практической конференции молодых преподавателей, аспирантов и студентов, 25–26 декабря 2014 г. / под общ. ред. В.В. Двоеглазова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – С. 66–69.

3. Пат. 2549560 Российская Федерация МПК G01B 3/28. Способ и устройство для контроля точности формы изделия, расположения и размеров отверстий / Тарасова О.Г., Толстова Н.И. № 201251980/28; 31.03.2015 Толстова Н.И., – RU 2549560 C2; заявл. 22.06.2013; 27.04.2015 Бюл. № 12.

4. Промышленность республики Марий Эл. Статистический сборник / Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Республике Марий Эл. – Йошкар-Ола, 2015. – 266 с.

5. Тарасова О.Г. Оценка точности сверления при производстве дверей деревянных / О.Г. Тарасова, М.С. Елисеева // Сб. научных трудов III Международной научно-технической конференции. – Кострома, 2015. – С. 91–94.

References

1. GOST 25346-89 Osnovnye normy vzaimozamenjaemosti. Edinaja sistema dopuskov i posadok. Obshhie polozhenija, rjady dopuskov i osnovnyh otklonenij. Vved.1990-01-01. M.: Izd-vo standartov, 1990. 23 p.

2. Eliseeva M.S., Tarasova O.G. O sovershenstvovanii sverlilnogo oborudovanija dlja izdelij iz drevesiny // Problemy i perspektivy innovacionnogo razvitija jekono-miki regionov Rossii: materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konfe-rencii molodyh prepodavatelej, aspirantov i studentov, 25–26 dekabrja 2014 g. / pod obshh. red. V.V. Dvoeglazova. Joshkar-Ola: Povolzhskij gosudarstvennyj tehnologi-cheskij universitet, 2015. pp. 66–69.

3. Pat. 2549560 Rossijskaja Federacija MPK G01V 3/28. Sposob i ustrojstvo dlja kon-trolja tochnosti formy izdelija, raspolozhenija i razmerov otverstij / Tarasova O.G., Tolstova N.I. no. 201251980/28; 31.03.2015 Tolstova N.I., RU 2549560 S2; zajavl. 22.06.2013; 27.04.2015 Bjul. no. 12.

4. Promyshlennost respubliki Marij Jel. Statisticheskij sbornik / Territori-alnyj organ federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Marij Jel. Joshkar-Ola, 2015. 266 p.

5. Tarasova O.G. Ocenka tochnosti sverlenija pri proizvodstve dverej derevjannyh / O.G. Tarasova, M.S. Eliseeva // Sb. nauchnyh trudov III Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoj konferencii. Kostroma, 2015. pp. 91–94.