

**О.А. Рублева**  
ФГБОУ ВПО «ВятГУ», Киров, РФ  
ru\_olga\_ru@mail.ru

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ШИПОВОГО СОЕДИНЕНИЯ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ  
(QUALITY ESTIMATION OF FINGER JOINTS  
BY DIFFERENTIAL METHOD)**

*Разработана система показателей для оценки качества шипов. Предложены модели для расчета уровня качества шиповых соединений.*

*The system of factors for thorns quality rating is developed. Models for calculating the quality of quality of finger joints are proposed.*

Технология местного торцового прессования позволяет формировать прямоугольные шипы высокого качества в заготовках из древесины [1]. Шипы могут различаться по размерам: длине, толщине, шагу. При выборе соединения из ряда альтернативных вариантов с целью применения в изделии определенного назначения возникает задача оценки уровня качества получаемых шипов [2–4].

Существуют государственные стандарты, стандарты организаций и другая нормативная документация на соединения по длине и изделия с их применением [5–19]. Эти документы позволяют оценить отдельные показатели качества шиповых соединений.

Квалиметрические методы [2–4] позволяют дать относительную характеристику качества соединений по совокупности показателей. Для оценки уровня качества продукции используются дифференциальный, комплексный и смешанный методы.

Дифференциальный метод состоит в оценке уровня качества соединения по отдельным показателям путем сопоставления с соответствующими показателями базового образца. За базовый образец принимается лучшее из известных соединений по длине. При этом можно определить, насколько качество оцениваемого соединения соответствует качеству базового образца; какие показатели свойств соответствуют или не соответствуют показателям свойств базового образца и как от них отличаются. Учитываются наиболее значимые свойства шипового соединения, условно считаясь равнозначными. Дифференциальный метод позволит количественно оценить и принять решения по отдельным свойствам соединения без учета весомости каждого показателя. Он может быть использован на первом, предварительном этапе оценки уровня качества соединения, при определении соответствия требованиям стандартов и практике применения шиповых соединений.

Комплексный метод может быть применен на втором этапе с целью более точной оценки качества соединения. Он позволяет учитывать совокупность свойств соединения с учетом их весомости, которая в зависимости от целей оценки может определяться разными методами. Комплексный метод может быть применен при внедрении соединения в производство конкретного изделия.

В случае оценки продукции, имеющей широкую номенклатуру показателей качества, трудно сделать вывод с помощью дифференциального метода. В то же время использование только комплексного метода не позволяет объективно учесть все значимые свойства. В этом случае оценку уровня качества можно производить смешанным методом, использующим единичные и комплексные показатели качества. При этом

единичные показатели качества могут объединяться в группы (например, группа конструктивных показателей, группа эстетических показателей). Для каждой группы определяют комплексный показатель. При этом некоторые наиболее важные показатели могут не входить в группы, а использоваться как единичные (например, прочность соединения на растяжение, прочность на изгиб). Полученная совокупность комплексных и единичных показателей используется для оценки уровня качества дифференциальным методом.

В данной работе изложен способ сравнительной оценки уровня качества шиповых соединений, базирующийся на дифференциальном методе квалиметрии [2–4]. Он позволяет сравнить альтернативные варианты соединений с базовым образцом по единичным показателям качества и выявить лучшие варианты для дальнейшего исследования.

Для оценки качества альтернативных вариантов соединений необходимо решить следующие задачи: разработать номенклатуру показателей качества шипов; разработать методику оценки показателей качества шипов; выбрать модели для расчета уровня качества шиповых соединений. Эти задачи соответствуют типовым этапам оценки качества продукции (рис. 1).

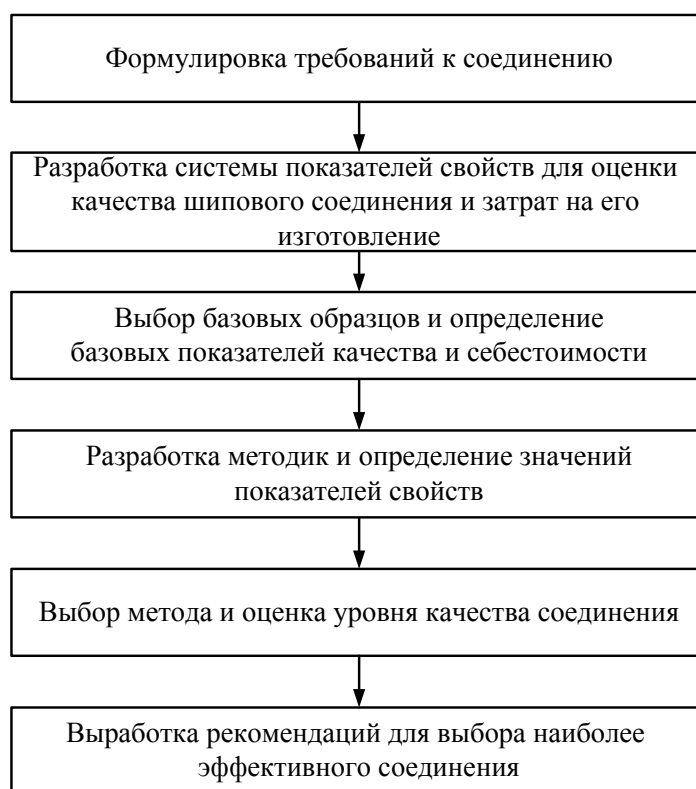


Рис. 1. Основные этапы оценки уровня качества шиповых соединений

Для выбора номенклатуры показателей качества шипового соединения по длине исследованы рекомендации, приведенные в источниках [2–19]: государственные стандарты, стандарты организаций и другая нормативная документация на соединения по длине и изделия с их применением; типовой перечень показателей качества продукции, номенклатура показателей качества для изделий с применением клеевых соединений, приведенная в государственных стандартах; а также результаты исследований в области качества клеевых соединений. В результате анализа научно-технических источников

и экспериментальных данных проведена классификация и сформирован перечень комплексных и единичных показателей качества шипового соединения по длине.

В перечень входят 10 типовых показателей первого уровня – показатели назначения; надежности; экономичного использования сырья, материалов, топлива и энергии; технологичности; безопасности; эргономические; экологические; эстетические, патентно-правовые, экономические. На втором уровне находятся 20 подгрупп типовых показателей, например, в группу показателей назначения включены показатели классификационные, функциональные, технической эффективности и другие. На третьем уровне выявлено 57 комплексных показателей, например, среди классификационных показателей – прочность склеивания, физико-механические характеристики древесины, геометрические размеры соединения. Четвертый уровень включает 117 единичных показателей, например комплексный показатель «прочность склеивания» можно оценить единичными показателями «предел прочности при растяжении», «предел прочности при статическом изгибе» и др.

В номенклатуру показателей для оценки качества соединения должны входить наиболее значимые показатели. В результате анализа приведенных в научно-технических источниках [1, 5–19] данных, необходимыми и признаны достаточными следующие единичные показатели качества шипового соединения: глубина деформированной зоны; изменение макроструктуры деформированной зоны; шероховатость граней проушины; твердость дна проушины; прочность соединения по длине на растяжение; прочность соединения по длине на изгиб. Модели для расчета показателей качества приведены в работе [1].

Проведем расчет уровня качества соединений заготовок по длине, применяемых при изготовлении мебельного щита, который предназначен для мелкосерийного изготовления дверной филенки. В качестве альтернативных вариантов для сращивания дефанок по длине в производстве клееного выбраны соединения: впритык на гладкую фугу (С1); на фрезерованные прямоугольные шипы (С2); на фрезерованные зубчатые шипы (С3); на прессованные прямоугольные шипы, видимые по пласти (С4); на прессованные прямоугольные шипы, невидимые по пласти, видимые по кромке (С5).

Результаты расчета показателей качества соединений С1–С5 по моделям [1] приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения показателей качества соединений

Наименование показателя	Значения показателей качества				
	С1	С2	С3	С4	С5
Предел прочности на изгиб $\sigma_{изгW}$ , МПа	4,8*	53*	52*	50,31	58*
Предел прочности на растяжение $\sigma_{rW}$ , МПа	5,2*	56*	68*	48,58	59*
Шероховатость поверхностей склеивания** $R_{m\ max}$ , МКМ	125	200	200	80	80
Относительное увеличение твердости дна проушины $HRL$ , %	0	0	0	154,26	154
Глубина деформированной зоны $h_3$ , %	2	27	25	24,16	24
Изменение макроструктуры*** М, баллов	4,8	4,0	4,2	3,9	4,7
Примечания: * по результатам испытаний опытных образцов (по ГОСТу 15613.4-78 и 15613.5-79); ** по результатам измерений (по ГОСТу 7016-82); *** по результатам экспертной оценки					

С использованием рассчитанных показателей определяется уровень качества соединения по дифференциальному методу. Соотношения для вычисления уровня качества по дифференциальному методу приведены в работе [3]. Модель для оценки качества соединения по дифференциальному методу представлена на рис. 2.

В приведенных на рис. 2 формулах использованы следующие обозначения:

- $Y_k$  – итоговый показатель качества соединения (уровень качества);
- $n$  – количество показателей свойств;
- $Y_i$  – относительный показатель  $i$ -го свойства оцениваемого и базового образцов соединений;
- $P_{ioc}$  – значение  $i$ -го единичного показателя свойств соединения;
- $P_{inp}$  – предельно допустимое значение показателя  $P_{ioc}$  (наибольшее или наименьшее регламентированное значение показателя продукции);
- $P_{ibaz}$  – значение  $i$ -го показателя базового образца.

Для расчета уровня качества соединения необходимо определить базовые и предельные значения показателей качества соединения [3]. Они определяются с учетом требований предприятия, производящего клееную продукцию, и нормативных документов [5–19].



Рис. 2. Модель для расчета итогового показателя качества шипового соединения по дифференциальному методу

В качестве базовых приняты значения показателей качества наилучших образцов соединений по длине, используемых на практике – соединений на зубчатый мини-шип, полученный фрезерованием. В качестве предельных приняты наибольшие (наименьшие) регламентированные стандартами значения показателей.

Базовые, номинальные и предельные значения показателей качества соединений, а также результаты расчетов уровня качества по дифференциальному методу (в соответствии с моделью на рис. 2) приведены в табл. 2.

По результатам дифференциальной оценки качества (см. табл. 2) уровни качества альтернативных вариантов соединений составляют: для С1  $Y_{ka}=0,49$ ; для С2  $Y_{ka}=0,29$ ; для С3  $Y_{ka}=0,34$ ; для С4  $Y_{ka}=0,47$ ; для С5  $Y_{ka}=0,57$ . На рис. 3 приведена лепестковая диаграмма качества.

Таблица 2

Значения показателей и уровня качества соединений

Наименование показателя	Размерность	Базовое значение показателя $P_{baz}$	Предельное значение показателя $P_{npr}$	Расчет уровня качества $Y_{ka}$ по дифференциальному методу									
				C1		C2		C3		C4		C5	
				$Y_j$	$Y_{ka}$	$Y_j$	$Y_{ka}$	$Y_j$	$Y_{ka}$	$Y_j$	$Y_{ka}$	$Y_j$	$Y_{ka}$
$\sigma_{иззW}$	МПа	92,39	20	0,21	0,49	0,46	0,29	0,44	0,34	0,42	0,47	0,52	0,57
$\sigma_{pW}$	МПа	111,22	26	0,24	-	0,35	-	0,49	-	0,26	-	0,39	-
$R_{m\ max}$	мкМ	11,7	200	0,40	-	0,00	-	0,00	-	0,64	-	0,64	-
$HRL$	Ед. тверд	200	35	0,21	-	0,21	-	0,21	-	0,72	-	0,72	-
$h$	%	0	35	0,97	-	0,24	-	0,29	-	0,32	-	0,32	-
$M$	Балл	5	3	0,90	-	0,50	-	0,60	-	0,45	-	0,85	-

В результате анализа полученных показателей качества выявлено, что в целом показатели качества вариантов C2, C3, C4, C5 соответствуют требованиям, предъявляемым к соединениям по длине. Показатели прочности варианта C1 не соответствуют требованиям, предъявляемым к соединениям по длине (см. табл. 1 и 2). Следовательно, вариант C1 исключается из числа возможных альтернатив. Из оставшихся четырех вариантов по результатам дифференциальной оценки качества наилучшими являются C5, C4, C3.

Диаграмма качества (рис. 3) показывает, что уровни качества вариантов C5 и C4 не уступают уровню качества аналога C3, но отдельные показатели качества для этих вариантов имеют худшие значения: больше глубина деформированной зоны; ниже качество макроструктуры деформированной зоны (вместе с тем значения этих двух показателей являются удовлетворительными, и при отсутствии повышенных требований к внешнему виду соединения их применение возможно); меньшая прочность соединения на разрыв (однако прочность удовлетворяет требованиям ГОСТа).

Таким образом, по результатам дифференциальной оценки качества варианты C5 (соединение на прямоугольный шип, невидимый по пласти, видимый по кромке, изготавливаемое прессованием), C4 (соединение на прямоугольный шип, видимый по пласти, изготавливаемое прессованием), C3 (соединение на зубчатый шип, изготавливаемое фрезерованием) имеют достаточный уровень качества, но нельзя сделать вывод о преимуществе какого-либо одного вида соединения перед другим. В связи с этим для дальнейшей проработки принимаются эти три варианта.

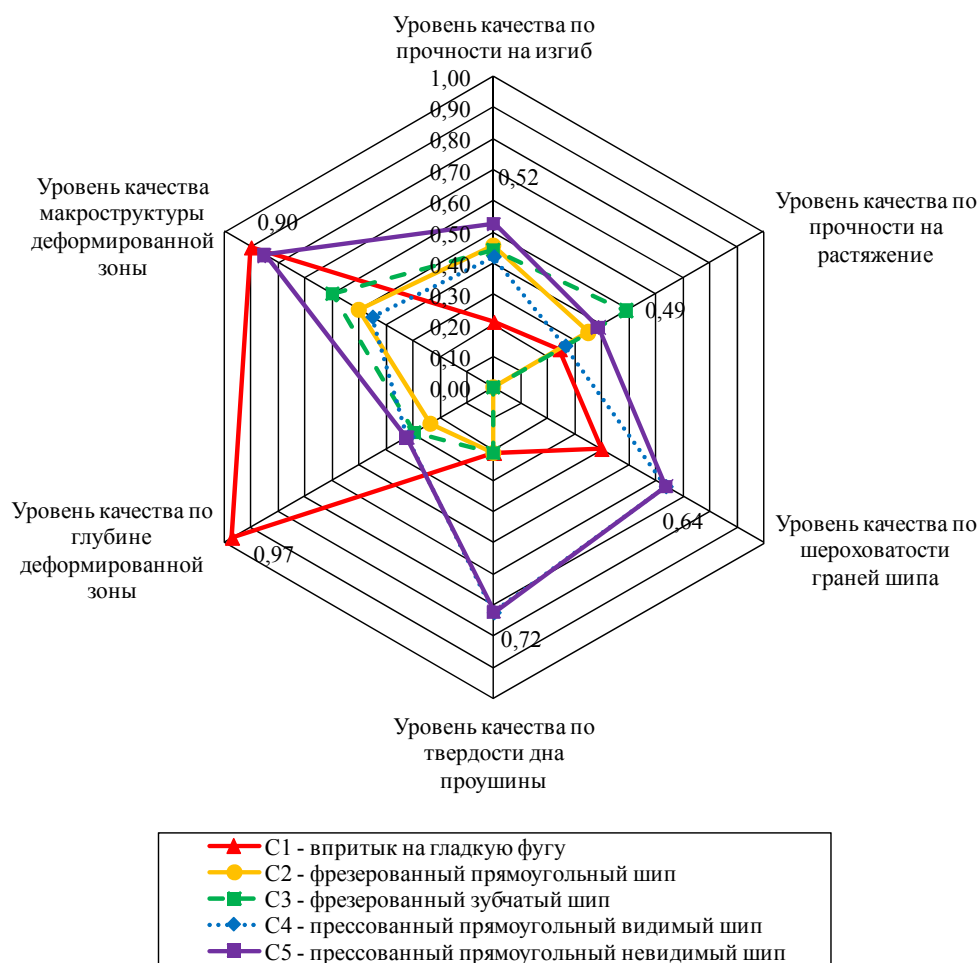


Рис. 3. Результаты дифференциальной оценки качества альтернативных вариантов соединений по длине

Таким образом, дифференциальный метод позволяет количественно оценить и принять решения по отдельным свойствам шиповых соединений, без учета весомости каждого показателя. Он может быть использован на первом, предварительном, этапе оценки уровня качества соединения относительно требований стандартов и практики применения шиповых соединений. Для более точной оценки качества соединения, на втором этапе исследования может быть применен комплексный или смешанный метод. Это позволит учесть совокупность свойств соединения с учетом их весомости и определить возможность использования соединения для изготовления конкретного изделия из древесины с учетом требований предприятия.

#### Библиографический список

1. Рублева О.А. Качество шипов, изготовленных холодным торцовым прессованием / О.А. Рублева, Г.П. Кузнецов // Лесной вестник. – М.: МГУЛ. – 2010. – Вып. 4. – С. 160–163.
2. ГОСТ 15467-79 (СТ СЭВ 3519-81). Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
3. Федюкин В.К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: учеб. пособие / В.К. Федюкин. – М.: Филинь, 2004. – 296 с.

4. Управление качеством продукции: справочник / под. ред. В.В. Бойцова, А.В. Гличева. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 464 с.
5. ГОСТ 4.208-79. Система показателей качества продукции. Строительство. Конструкции деревянные клееные. Номенклатура показателей.
6. ГОСТ 4.226-83. Система показателей качества продукции. Строительство. Окна, двери и ворота деревянные. Номенклатура показателей.
7. ГОСТ 20850-84. Конструкции деревянные клееные. Общие технические условия.
8. ГОСТ 4.223-83. Система показателей качества продукции Строительство. Изделия паркетные. Номенклатура показателей.
9. СНиП II-25-80. Строительные нормы и правила. Деревянные конструкции.
10. ГОСТ 475-78. Двери деревянные. Общие технические условия.
11. ГОСТ 23166-99. Блоки оконные. Общие технические условия.
12. ГОСТ 11047-90. Детали и изделия деревянные для малоэтажных жилых и общественных зданий. Технические условия.
13. Деревянные клееные и цельнодеревянные конструкции. Методы проектирования и расчета. Стандарт организации СТО 36554501-002-2006. — М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006.
14. Деревянные клееные конструкции несущие. Общие технические требования. Стандарт организации СТО 36554501-003-2006. — М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006.
15. Деревянные клееные конструкции. Методы испытаний клеевых соединений при изготовлении. Стандарт организации СТО 36554501-004-2006. — М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006.
16. ГОСТ 15613.1-84. Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон.
17. ГОСТ 15613.5-79. Древесина клееная массивная. Метод определения предела прочности зубчатых клеевых соединений при растяжении.
18. ГОСТ 15613.4-78. Древесина клееная массивная. Метод определения предела прочности зубчатых клеевых соединений при статическом изгибе.
19. Руководство по изготовлению и контролю качества деревянных клееных конструкций / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1982. – 92 с.

**О.Г. Рудак, В.Б. Снопков**  
БГТУ, Минск, РБ  
*pima.legno@inbox.ru*

**ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ В ПЕРИОД  
ПРОГРЕВА В НЕНАСЫЩЕННОЙ СРЕДЕ**  
(CHANGE OF THERMAL PROPERTIES OF WOOD DURING HEATING IN  
AN UNSATURATED ENVIRONMENT)

*Получены зависимости изменения температуры на поверхности и внутри древесины во времени. Определены закономерности изменения тепловых коэффициентов древесины во времени при прогреве.*

*Dependences of change of temperature on a surface and in wood in time are received. Regularities of change of thermal factors of wood in time are defined at heating up.*