

## Изучение работы панели из дерева при действии сдвиговой нагрузки

*А. С. Кавелин*

*Донской государственной технической университет*

**Аннотация:** В данной статье рассказывается о работе панелей из дерева, обшивок из листов в условиях сдвига закрепления в виде ребер, рассмотрение энергетического метода, который позволяет определять сдвиговые деформации панелей, изготовленных из дерева. Исходя из этого, разработали программу ЭВМ, которая определяет численные величины углов  $\alpha, \beta, \gamma$ , методом последовательных приближений.

**Ключевые слова:** деревянные панели, фанерные обшивки, сдвигающие усилия и отклонения, энергетический метод, программа ЭВМ.

При исследовании работы механизмов, созданных из деревянных панелей, преобладающее значение имеет движение единичных элементов на сдвиг [1-4]. Изучением этой темы заинтересовались многие ученые и профессора, как в нашей стране, так и за границей. Движение панелей анализировалась путем опытов и в теории [5].

В качестве экспериментального изучения работы панели в условиях заводского изготовления были произведены конструкции малых размеров сечением 500х500 мм и толщиной 66 мм. К ребрам были прикреплены фанерные обшивки панелей толщиной 3 мм шурупами и гвоздями. Сечения сосновых ребер: внешних- 30х60 мм, внутренних – 16х60 мм. В итоге внутренние ребра образовали прямоугольную сетку, средние части превышают конечные ячейки вдвое. Соединение скрытых ребер прямоугольных линий образовывается в пол дерева. Среднее закрепление связывается с внешними закреплениями в шип. Внешние ребра в самых краях связываются посредством нагелей из фанеры в составе 2 штуки, в виде пластин [6].

Для проведения опыта, в лаборатории была смонтирована экспериментальная установка.

Плита из дерева жестко фиксирована одной гранью, на противоположную сторону действует вертикальная нагрузка в 30,20,10 кг. Единоновременно с нагрузкой и разгрузением фиксированы перпендикулярные перемещения плиты при помощи указателя подобного часам. В итоге, проделав несколько загрузений, мы можем получить среднюю величину перемещений от приложенных сил, которая равняется в 30кг, составившую 0.0105см. Вычисления производим по формуле (1) [7]:

$$v(0) = -\frac{Pl^3}{3EI} \left[ 1 + \frac{3}{4} \cdot \frac{h^2}{l^2} (1 + \mu) \right]. \quad (1)$$

Проделанный нами эксперимент убеждает нас в том, что способ аналитического подсчета можно практиковать при исследовании поведения действительных панелей из дерева [8], при незначительных нагрузках на них. В примере воздействия на панель эксплуатационных нагрузок [9], срабатывают элементы соединения.

Далее рассмотрим энергетический метод, который позволит нам определять сдвиговые деформации панелей, изготовленных из дерева.

В российских нормативных документах, написанных в СССР, говорится о том, что, когда работают панели, усилия от сдвига принимают на себя только обшивки, а ребра, в данной ситуации не воспринимают приложенных нагрузок. В сложившейся ситуации привлекает внимание вопрос: как найти деформации от сдвигающих усилий деревянной панели в совместной работе обшивок, каркасных частей и гвоздей.

Возьмем панель, которая состоит из брусьев, подкрепленных по контуру, и обшита листом толщиной  $t$ . Все это крепится с помощью гвоздей (Рис. 1). К верхней грани панели приложена горизонтальная сила сдвига  $P$ , под ее воздействием ортогональная панель изменяет форму до

параллелограмма. Соединительные брусья каркаса к расположению сторон обшивки искривляются, а получившиеся углы перекоса обозначают  $\alpha$  и  $\beta$ . Так же обозначим  $\gamma$ -угловая деформация.

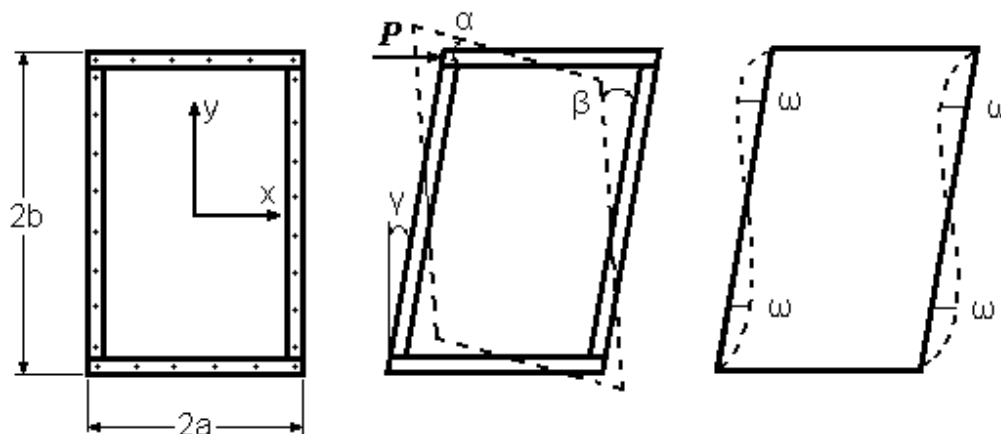


Рис. 1. - К расчету панели

Для того, чтобы найти  $\gamma$  применяют энергетический метод, учитываемый энергию искажения обшивки, частей скелета панели и работу соединений по горизонтали и вертикали граней ребер.

$$\alpha = \frac{2bP}{\sum_{iH} k_i x_i^2 + \sum_{jV} k_j a^2}, \quad \beta = \frac{2bP}{Q_1}, \quad \gamma = \alpha + \beta + \frac{P}{2atG}.$$

Но известные нам СП не рассматривают многообразие панелей, видов гвоздей, которые были применены для эксперимента.

Вследствие чего разработана программа для ЭВМ, благодаря ей мы можем определить численные величины углов  $\alpha, \beta, \gamma$ , методом последовательных приближений. Вдобавок к этому, программа [10] дает возможность найти значения сдвигающих усилий и отклонений для отдельных соединений, вносить изменения в число гвоздей и определять их местоположение, станет проще. Среднее количество повторений при решении одной задачи равно 20.

Программа была применена для деревянных стен 320 легко каркасных домов из дерева. Производителем является ООО «Ростнефтересурс». Расчеты показали высокую сопротивляемость стеновых панелей указанных домов не только ветровой, но и сейсмической нагрузкам. После подсчетов можно было убедиться в том, что эти дома смогут выдержать как ветровые, так и сейсмические нагрузки.

### **Выводы**

1. Мы смогли получить зависимости, которые определяют усилия. Они возникают на каждом гвозде, прибитых и к контурным и к внутренним ребрам панели.

2. По данным найденным результатам разработана специальная программа, благодаря ей мы сможем находить численные величины угловых деформаций. Программа так же дает возможность определения перемещений для отдельных связей, это даст право на то, чтобы мы могли изменять число гвоздей и их положение.

### **Литература**

1. Гуськов И.М. Эксплуатация деревянных конструкций. - М.: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1982. - 101с.

2. Ajaya K. Gupta and George P. Kuo Behavior of Wood – Framed Shear Walls // Journal of Structural Engineering. – vol. 111 NO. 8 AUG 1985, URL: [ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(1985\)111%3A8\(1722\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9445(1985)111%3A8(1722))

3. Кавелин А.С. Изучение работы на сдвиг панелей из древесных материалов. Тезисы. «Строительство – 2000». Материалы международной научно-практической конференции. РГСУ, ИПГС. Ростов-на-Дону. 2000 – с.1.

4. Скачков С. В., Шуцкий С. Ч. Опыт применения тонкостенных термопрофилей при проектировании и строительстве каркасных зданий // Научное обозрение, URL: [elibrary.ru/item.asp?id=21219043](http://elibrary.ru/item.asp?id=21219043)

5. Справочник по сопротивлению материалов под ред. Писаренко Г.С. Киев: Наукова думка, 1988. - С.644-679.
6. Каган М.Е. Сопряжения элементов деревянных конструкций на нагелях. Изд-во Военно-инженерной академии Красной Армии им. В.В. Куйбышева, М.1940. – С.43-56.
7. Орлович Р.Б. Длительная прочность и деформативность конструкций из современных древесных материалов при основных эксплуатационных воздействиях: Автореф. дис.д-ра техн. наук. - Л.: ЛИСИ, 1991. - 51с.
8. В.М. Лукашевич, К.А. Корнилов. О взаимосвязи подготовительных и основных работ на лесозаготовках // Инженерный вестник Дона, 2012г. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1416](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1416)
9. Crandall C. Allowable Loads for 8d Nails. Forest Product Journal. 1959 9(8): pp. 250-262.
10. Волошин А.Г., Ступина М.В. Система расчета равновесного состояния упругой среды, ослабленной плоской симметричной трещиной // Инженерный вестник Дона, 2008, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/80](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/80)

### References

1. Gus'kov I.M. Jekspluatacija derevjannyh konstrukcij. [Operation of wooden designs] - М.: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1982. 101 p.
2. Ajaya K. Gupta and George P. Kuo Behavior of Wood – Framed Shear Walls, Journal of Structural Engineering. – vol. 111 NO. 8 AUG 1985 URL: [ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(1985\)111%3A8\(1722\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9445(1985)111%3A8(1722))
3. Kavelin A.S. Izuchenie raboty na sdvig panelej iz drevesnyh materialov. Tezisy. «Stroitel'stvo – 2000». Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. RGSU, IPGS. Rostov-na-Donu. 2000 g. p.1.



4. Skachkov S. V., Shuckij S. Ch. Nauchnoye obozreniye URL: [elibrary.ru/item.asp?id=21219043](http://elibrary.ru/item.asp?id=21219043)
5. Spravochnik po soprotivleniju materialov [Handbook on the resistance of materials] pod red. Pisarenko G.S. Kiev Naukova dumka, 1988. pp.644-679.
6. Kagan M.E. Sopryazhenija jelementov derevjannyh konstrukcij na nageljah. Izd-vo [Pairing elements of wooden structures on nageljah] Voenno-inzhenernoj akademii Krasnoj Armii im. V.V. Kujbysheva, M.1940. pp.43-56.
7. Orlovich P.B. Dlitel'naja prochnost' i deformativnost' konstrukcij iz sovremennyh drevesnyh materialov pri osnovnyh jekspluatacionnyh vozdejstvijah [Long-term strength and deformability of structures from modern wood materials under the main operational impacts] Avtoref. dis. d-ra tehn. nauk. L. LISI, 1991. 51 p.
8. V.M. Lukashevich, K.A. Kornilov, Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1416](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1416)
9. Crandall C. Allowable Loads for 8d Nails. Forest Product Journal. 1959 9(8): pp. 250-262.
10. Voloshin A.G., Stupina M.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2008, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/80](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/80)