

УДК 69

ХАРАКТЕР РАЗРУШЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ СЖАТИИ

Бусаргин Дмитрий Александрович

магистрант 2 курса, кафедра "Строительные конструкции", Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО "НИ МГУ им. Н. П. Огарева", г. Саранск
E-mail: busargin20@mail.ru

Лазарев Александр Львович

доцент кафедры "Строительные конструкции", к.т.н., Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО "НИ МГУ им. Н. П. Огарева", г. Саранск

Осина Полина Николаевна

магистрант 1 курса, кафедра "Строительные конструкции", Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО "НИ МГУ им. Н. П. Огарева", г. Саранск

Качурин Вадим Алексеевич

студент 3 курса, кафедра "Строительные материалы и технологии", Институт архитектуры и строительства ФГБОУ ВО "НИ МГУ им. Н. П. Огарева", г. Саранск

Аннотация

Рассмотрен характер поведения древесины при сжатии. Определены 3 стадии деформирования древесины при сжатии. При пошаговом нагружении образца в нем развиваются деформации вплоть до критической нагрузки, при достижении которой следующее приращение силы приводит к «лавинообразному» разрушению. Возникновение линий скольжения обусловлено структурными внутренними изменениями в материале.

Ключевые слова: древесина, волокна, деформации, напряжения, сжатие

THE NATURE OF WOOD DESTRUCTION UNDER COMPRESSION

Dmitry A. Busargin

2 st year master's student, Department of " Building Constructions", Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk
E-mail: busargin20@mail.ru

Alexander L. Lazarev

Associate professor of the department of " Building Constructions", candi-date of technical sciences, Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk

Polina N. Osina

1 st year master's student, Department of " Building Constructions", Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk

Vadim A. Kachurin

3rd year student, Department of " Building Materials and Technologies", Institute of Architecture and Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"National Research of Mordovia State University. N. P. Ogarev", Saransk

ABSTRACT

The nature of the behavior of wood under compression is considered. Three stages of wood deformation under compression have been determined. Under stepwise loading of the sample, deformations develop in it up to the critical load, upon reaching which the next increment of force leads to "avalanche-like" de-struction. The appearance of slip lines is due to structural internal changes in the material.

Keywords: wood, fibers, deformations, stresses, compression

Область применение древесины в качестве конструкционного строительного материала неуклонно расширяется, что обусловлено рядом достоинств древесины: высокая удельная прочность, экологичность, повышенная химическая стойкость, возможность как заводского, так и построечного изготовления конструкций. На этом фоне значительного внимания требует учет анизотропного строения материала. Изучение напряженных состояний, возникающих при эксплуатации деревянных элементов, крайне важно для обеспечения надежности конструкций из них.

Одно из важнейших напряженных состояний, осевого сжатия, дифференцируется для древесины направлением приложения нагрузки: вдоль волокон, а также поперек волокон – в радиальном и тангенциальном направлениях.

Множественные исследования работы сжатых деревянных элементов проводятся зачастую с учетом силового приращения. Однако, вероятно, что более наглядную картину при построении диаграммы разрушения даст рассмотрение приращения перемещений.

Исследователи выделяют характерные зоны при разной степени деформации древесины под нагрузкой. Так работа материала при сжатии поперек волокон можно описать в три стадии [1]:

1 стадия начальных ($\epsilon \approx 3 - 6\%$) пластических деформаций в ранней древесине (сжатие структуры происходит в ранней древесине годовых слоев;

2 стадия работы характеризуется окончательной потерей устойчивости стенок клеток ранней древесины, смятие клеток и вовлечение в работу поздней древесины;

3 стадия продолжается все время сжатия клеток поздней древесины.

В противоположность работе древесины при сжатии поперек волокон, разрушение вдоль волокон происходит по условным "линиям скольжения", которые развиваются под разными углами в зависимости от породы древесины и ее плотности. Работа волокон характеризуется продольным изгибом. Происходит образование складок и, затем, лавинообразное развитие разрушения.

Возникновение “линий скольжения” обусловлено структурными внутренними изменениями в материале. Ряд ученых делает вывод о влиянии сердцевидных [2] лучей на характер линий скольжения, в то же время другие [3] говорят о том, что складка образуется на гранях, где сдвигу не препятствуют соседние целые волокна.

Точка зрения о деформации свободных граней, также подвергается сомнению, ряд ученых [4] в своих исследованиях отмечает, что, складка является проявлением внутренних изменений в структуре образца и проявляется на гранях призмы независимо от наличия и направления сердцевидных лучей.

На наш взгляд, вид разрушения сжатого деревянного образца однозначно связано с внутренними структурными изменениями в материале, и внешние факторы, такие как форма образца, могут лишь частично корректировать, но не могут оказывать существенного влияния на характер деформированного состояния.

Общепринятое описание диаграммы деформирования (лучше «перемещение-напряжение») выделяет несколько участков [5]. Начальный этап определяется зоной смятия древесины под захватами пресса, затем происходит упрочнение древесины и работа в пределах закона Гука, на третьем участке возникают необратимые деформации. Следующий этап на графике отображается участком нисходящей ветви. Здесь, в свою очередь можно выделить различающиеся участки, соответствующие определенным процессам внутри материала. Поочередно возникают зоны упрочнения структуры, накопления внутренних дефектов и последующего местного разрушения.

Можно судить о том, что к разрушению древесины при сжатии приводит разрыв межструктурных связей между волокнами и соответственно потеря их устойчивости. Происходит своего рода «волнообразное» разрушение – это объясняется тем, что на небольшом условном участке (рис. 1–3) в первую очередь разрушаются более слабые связи, а соседние сильные под действием нагрузки замещают их, и происходит кратковременное упрочнение. Данный процесс подробно можно наблюдать на полученной нами диаграмме «нагрузка - напряжение», представленной на рисунках 1–3. Графики, представленные на рисунках, доказывают, что деревянные конструкции могут деформироваться вплоть до полного разрушения.

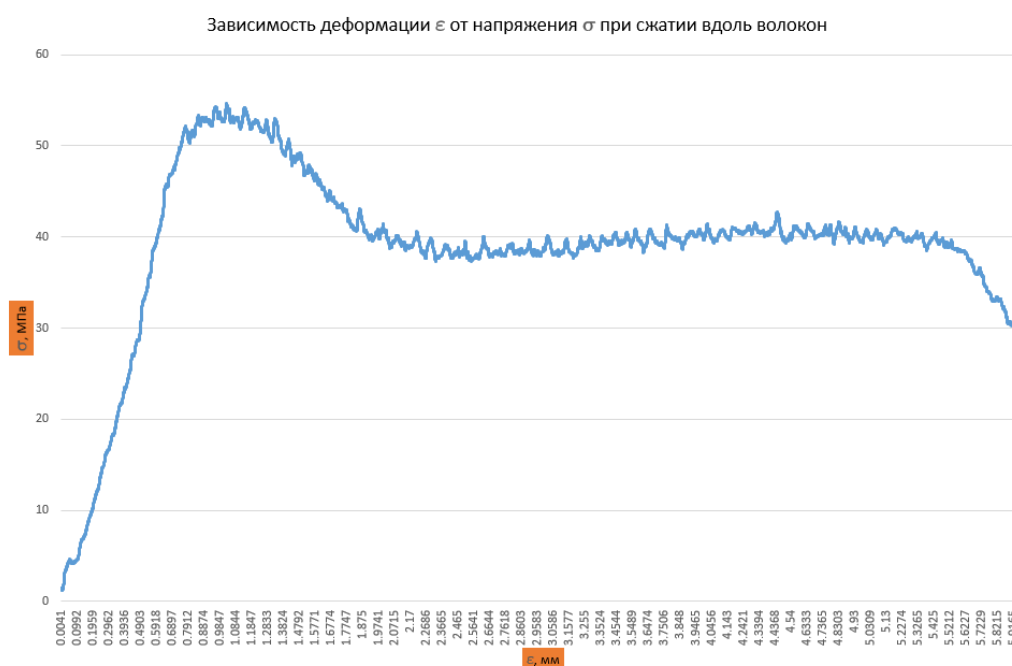


Рисунок 1 – Диаграмма «деформации-напряжения» при испытании на сжатие деревянной прямоугольной призмы №1 размерами 20 × 20 × 30 см



Рисунок 2 – Диаграмма «деформации-напряжения» при испытании на сжатие деревянной прямоугольной призмы №7 размерами 20 × 20 × 30 см



Рисунок 3 – Диаграмма «деформации-напряжения» при испытании на сжатие деревянной прямоугольной призмы №16 размерами 20 × 20 × 30 см

На наш взгляд диаграммы на рисунках 1–3 позволяют уверенно говорить о том, что причиной разрушения деревянного образца при осевом сжатии является нарушение

внутренней целостности связей между волокнами, приводящей к появлению продольных трещин и отщепления волокон друг от друга.

Сложность строения древесины со множеством межструктурных связей внутри древесины позволяет материалу достаточно долго сопротивляться окончательному разрушению. Значительно более сильные, нежели силы сцепления волокон между собой, связи между молекулами целлюлозы создают вертикальные блоки, работающие до определенного момента как единое целое.

С течением времени, в результате происходящих под действием нагрузок разрывов молекулярных связей в твердом теле происходит процесс накопления локальных микрповреждений, продолжающийся значительное время до момента разрушения.

Процесс, развивающийся медленно в начальный момент времени, приобретает лавинообразный характер при достижении концентрации этих повреждений критических значений в единичном объеме материала.

Математически, происходящие в этот промежуток времени описываются методами механики разрушения. Соответственно, снижение прочности детерминировано фазовыми процессами разрыва химических связей высоко ориентированного полимерного композита древесины – целлюлозы, в отличие от абсолютных значений прочности древесины, которые являются случайными величинами.

Список литературы:

1. Хухрянский П. Н. Прочность древесины. М.: Гослесбумиздат, 1955. 152 с.
2. Москалева В. Е. Строение древесины и его изменение при физических и механических воздействиях. М.: АН СССР, 1957. 166 с.
3. Иванов Ю. М. Деформации древесины под действием повторной статической нагрузки при сжатии вдоль волокон // Сборник Вопросы прочности и изготовления деревянных конструкций. 1952. С. 7–47.
4. Тутурин С. В. Механическая прочность древесины. // «Физическая мезомеханика». 2004. №7. С. 85–88.
5. Шемякин Е. И., Тутурин С. В., Короткина М. Р. Разрушение древесины при сжатии // Вестник Московского университета леса – Лесной вестник. 2005. №3. С. 56–70.

References:

1. Khukhryansky P.N. Durability of wood [Prochnost' drevesiny]. M.: Goslesbumizdat, 1955. 152 p. (rus)
2. Moskaleva VE The structure of wood and its change under physical and mechanical influences [Stroenie drevesiny i ego izmenenie pri fizicheskikh i mekhanicheskikh vozdeystviyah]. M.: AN SSSR, 1957. 166 p.
3. Ivanov Yu. M. Deformations of wood under the action of repeated static load in compression along the fibers [Deformacii drevesiny pod dejstviem povtornoj staticheskoj nagruzki pri szhatii vdol' volokon]. Collection of Issues of Strength and Manufacturing of Wooden Structures. 1952. Pp. 7–47.
4. Tuturin S. V. Mechanical strength of wood [Mekhanicheskaya prochnost' drevesiny]. "Physical meso-mechanics". 2004. No. 7. Pp. 85–88.

5. Shemyakin E. I., Tuteurin S. V., Korotkina M. R. Destruction of wood during compression [Razrushenie drevesiny pri szhatii]. Bulletin of the Moscow University of Forests – Forest Bulletin. 2005. No. 3. Pp. 56–70.