

Д.И. Любецкий, канд.техн.наук

О РАЗРУШЕНИИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ
ПРИ СЖАТИИ

В современной инженерной практике проектирования и расчета на прочность машин и сооружений важное значение имеет механика разрушения твердых тел [1, 2].

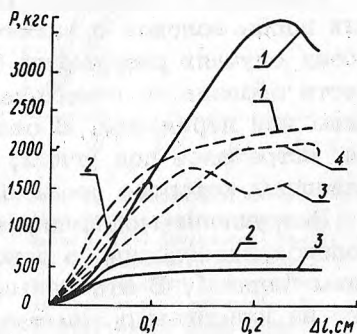
Настоящая работа посвящена экспериментальным исследованиям механики деформирования и разрушения модифицированной древесины и компонентов ее составляющих при одноосном сжатии.

В качестве наполнителей древесины березы использовались фенолоспирты, сплав металлов, смола ПН-1 и стирол. Оценка количества модифицирующего компонента, находящегося в древесине, производилась по коэффициенту пропитки [3], который изменяется от нуля до единицы ($0 \leq k \leq 1$) и инвариантен по отношению к модифицирующему материалу. Испытания на сжатие производились на машине ИМ-4А с автоматической записью диаграмм $P - \Delta$ (сила - деформация).

Перед испытанием образцы всех материалов определенное время выдерживались в лабораторных условиях при $t = 18 \pm 2^\circ \text{C}$ и влажности воздуха $65 \pm 5\%$.

Разрушение наполнителей. Модифицирующие агенты (сплав металлов, стирол, смола ПН-1 и фенолоспирты) в отвержденном состоянии являются изотропными материалами.

Рис. 1. Диаграммы сжатия исходных компонентов натуральной древесины (сплошные линии) и модифицирующих компонентов (пунктирные): 1 - вдоль волокон (сплав металлов); 2 - в радиальном направлении (стирол); 3 - в тангенциальном (ПН-1).



Испытания образцов сплава металлов на сжатие показало, что данный наполнитель ведет себя под нагрузкой как пластичный материал. Вид диаграммы сжатия сплава металлов приведен на рис. 1, кривая 1.

Очень хрупкое разрушение наблюдалось в полимерных образцах стирола (содержание полистирола в которых составляло 20% от веса стирола). По достижении определенной нагрузки образцы стирола рассыпались на мелкие части. Диаграмма сжатия образцов стирола приведена на рис. 1, кривая 2.

Для полимерных образцов смолы ПН-1 характерная диаграмма сжатия представлена на рис. 1, кривая 3. Из диаграммы видно, что в начальный момент наблюдается прямолинейная зависимость $P - \Delta l$. После незначительного искривления диаграммы нагрузка начинает падать, при этом появляются большие остаточные деформации. Размеры образца значительно увеличиваются в поперечном направлении и в дальнейшем нагрузка снова незначительно растет. В этот момент иногда появляются трещины, приводящие к разрушению образца.

При сжатии образцов из фенолоспиртов в начальной стадии нагружения они ведут себя как пластичные материалы. На диаграмме сжатия (рис. 1, кривая 4) наблюдается площадка текучести. В это время поперечные размеры образца увеличиваются и он принимает бочкообразную форму, после чего иногда наблюдается продольная трещина и образец хрупко разрушается. В некоторых случаях момент появления трещин уловить было невозможно, так как разрушение происходило мгновенно и образец рассыпался на мелкие части.

Разрушение натуральной и модифицированной древесины.
Диаграмма сжатия натуральной древесины березы комнатно-сухой влажности приведена на рис. 1, кривая 1.

Различий в характере разрушения образцов березы при сжатии вдоль волокон с высотой 30 и 20 мм практически нет. В обоих случаях разрушение характеризуется сдвигом верхней части образца по отношению к нижней, а также торцовым смятием или перекосом. В отдельных случаях две плоскости сдвига, встречаясь под углом, образовывали своего рода клин, под влиянием которого происходило расщепление образца.

Разрушение модифицированной древесины при сжатии вдоль волокон происходило в основном от сдвига иногда с образованием "клина". В отдельных образцах наблюдалось расслоение его на пластины с заметным продольным изгибом их. Диаграммы сжатия модифицированной древесины вдоль волокон показаны на рис. 2 - 3, кривые 1. Как видно из диаграмм, при всех видах принятых нами модификаций древесины характер поведения композита при сжатии вдоль волокон идентичен.

Увеличение прочности в этом случае можно объяснить, очевидно, тем, что повышается жесткость клеточных стенок древесины при наполнителях (фенолоспирты), которые проникают в клеточные стенки, а при наполнителях (сплав металлов, смолы ПН-1), которые практически не проникают в клеточные стенки, часть нагрузки принимает на себя наполнитель и создает подпор, повышающий устойчивость всей системы.

При сжатии натуральной древесины березы в радиальном направлении по достижении определенной нагрузки появляются еле заметные сдвиги между годичными слоями по сечению образца в одном или нескольких местах. Затем при дальнейшем нагружении появляются хорошо видимые трещины. Диаграмма сжатия в радиальном направлении приведена на рис.1, кривая 2.

Особенностью сжатия образцов натуральной древесины березы в тангенциальном направлении является сильная упресовка без заметных признаков разрушения. Диаграмма сжатия образцов березы в тангенциальном направлении показана на рис. 1, кривая 3.

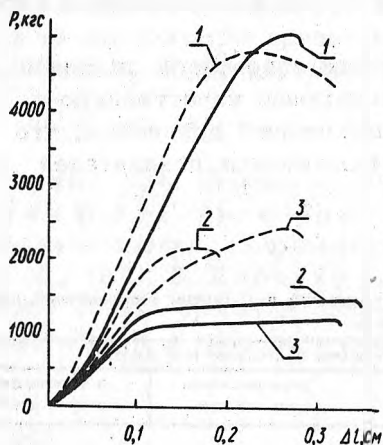


Рис. 2. Диаграммы сжатия древесины, модифицированной фенолоспиртами (сплошные линии) и сплава металлов (пунктирные): 1 - вдоль волокон; 2, 3 - соответственно в радиальном и тангенциальном направлениях.

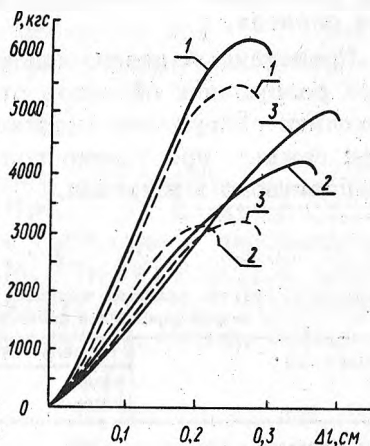


Рис. 3. Диаграммы сжатия древесины, модифицированной смолой ПН-1 (сплошные линии) и стиролом (пунктирные): 1 - вдоль волокон; 2, 3 - соответственно в радиальном и тангенциальном направлениях.

Характерной особенностью разрушения образцов модифицированной древесины при сжатии поперек волокон как в радиальном, так и в тангенциальном направлениях является наличие явно выраженных сдвигов независимо от модифицирующего

агента. В отличие от натуральной древесины при сжатии в тангенциальном направлении разрушение происходит при незначительной упрессовке.

Если характер диаграмм сжатия вдоль волокон для натуральной и модифицированной древесины примерно одинаков, то при сжатии в поперечном направлении модификация сказывается на характере диаграмм. Это можно проследить при сравнении полученных нами диаграмм сжатия натуральной древесины (рис. 1) и древесины, модифицированной фенолоспиртами, сплавом металлов (рис. 2), стиролом и смолой ПН-1 (рис. 3).

Для древесины, модифицированной фенолоспиртами, диаграммы сжатия поперек волокон несколько напоминают диаграммы сжатия натуральной древесины. Это объясняется небольшим коэффициентом пропитки ($k = 0,15 \div 0,35$). Для древесины, модифицированной сплавом металлов, стиролом и смолой ПН-1, диаграммы сжатия поперек волокон по своему характеру приближаются к диаграммам сжатия вдоль волокон с явно выраженным пределом прочности. Здесь оказался достаточно высокий коэффициент пропитки ($k > 0,5$) и свойства пропитывающих агентов.

Проведенный анализ диаграмм одноосного сжатия и характера разрушения образцов раскрывает качественную сторону механики разрушения модифицированной древесины, что является важным при оценке количественных показателей данного композитного материала.

Таблица 1. Средние значения пределов прочности при сжатии наполнителей, натуральной и модифицированной древесины

Материал	Пределы прочности в кгс/см ² при сжатии		
	вдоль волокон	в радиальном направлении	в тангенциальном направлении
Сплав металлов	505		
Стирол	720		
Смола ПН-1	872		
Фенолоспирты	958		
Натуральная древесина (W = 6 - 8%)	830	115	71
Модифицированная древесина (W = 6 - 8%):			
фенолоспиртами (k = 0,21 - 0,35)	1400	285	216
сплавом металлов (k = 0,45 - 0,65)	1224	408	360
стиролом (k = 0,66 - 0,76)	1408	542	556
смолой ПН-1 (k = 0,85 - 0,90)	1593	944	1194

В табл. 1 приведены статистически обработанные средние значения пределов прочности, полученные при испытании на сжатие образцов наполнителей (сплава металлов, стирола, смолы ПН-1 и фенолоспиртов), натуральной и модифицированной древесины березы.

Проведенные исследования позволяют давать некоторые рекомендации по выбору модифицирующих компонентов для получения нового композитного материала с наперед заданными свойствами; определять области возможного рационального использования модифицированной древесины в качестве конструкционного материала, работающего на сжатие; судить о поведении и несущей способности данного композита в конструкциях.

Резюме. Описывается поведение модифицированной древесины при сжатии в трех главных направлениях. Приводятся диаграммы сжатия, дан анализ этих диаграмм. Наряду с модифицированной древесиной рассмотрены диаграммы сжатия ее компонентов, т.е. натуральной древесины и модифицирующих реагентов, что позволяет высказать некоторые предположения о прогнозировании ее свойств как композитного материала. Приведены также значения пределов прочности при сжатии древесины березы, модифицированной различными наполнителями.

Л и т е р а т у р а

1. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. М., 1975.
2. Болотин В.В., Гольденблат И.И., Смирнов А.Ф. Строительная механика. Современное состояние и перспективы развития. М., 1972.
3. Хвесько Г.М., Любецкий Д.И. О количественной оценке пропитки древесины. - В сб.: Механизация лесоработок и транспорт леса, вып. 4. Минск, 1974.

УДК 674.048

Г.П. Ханеня

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ОЛЬХИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ШЕТОК

Ольха, модифицированная карбамидно-фурановой смолой КФ-90, обладает рядом высоких физико-механических и технологических свойств. По сравнению с натуральной ольхой ее