

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ НА ПРОЧНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

Попазов А.П., Купченко Ю.В., Стоянов В.В.

(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Физико-механические характеристики композитов зависят преимущественно от типа наполнителя. В полной мере это относится к лозолиту [1] с наполнителем из древесины однолетней виноградной лозы (ВЛ). В работе рассмотрены некоторые проблемы связанные с методикой определения механических характеристик ВЛ.

Исследования проводились на базе инженерной модели строения однолетнего стебля виноградной лозы в виде пустотелой трубки усиленной через небольшие расстояния круговыми ребрами узлами [1]. Анатомия межузлового участка стебля близка к древесине лиственных пород, а узловые части имеют определенные особенности. Специфика анатомического строения узла такова, что древесина здесь состоит из довольно крупных, плотно прижатых друг к другу паренхимных клеток и имеет (в отличии от междоузлий) зернистое строение.

1. Методика определения предела прочности ВЛ на растяжение.

Испытанию подвергались образцы без междоузлий и длиной в пределах $l = 100 \dots 150$ мм, что обеспечивало непрерывность волокон (обычно нарушаемую в междоузлиях), а также позволяло использовать специальную конструкции захватов (рис.1). Диаметры образцов несколько отличались друг от друга, так как сохраняли натуральные размеры лозы по толщине.

Сложность эксперимента при испытании на растяжение заключалась в том, что трубчатый стебель лозы обычно разрушался в зажимах. Для надежного крепления образца использовался специальный захват (рис.1). Опорный участок образца модифицировался эпоксидной композицией, а в полую сердцевину трубки вводился центрирующий элемент, что исключает смятие образца на опоре.

Испытания проводились на испытательной машине, сконструированной на кафедре «Металлических, деревянных и пластмассовых конструкций» ОГАСА. Общий вид установки представлен на снимке (рис.2). Передача нагрузки производилась ручным способом.

Величина нагрузки фиксировалась динамометром. Скорость равномерного нагружения образцов не превышала 0.075 кН/мин.

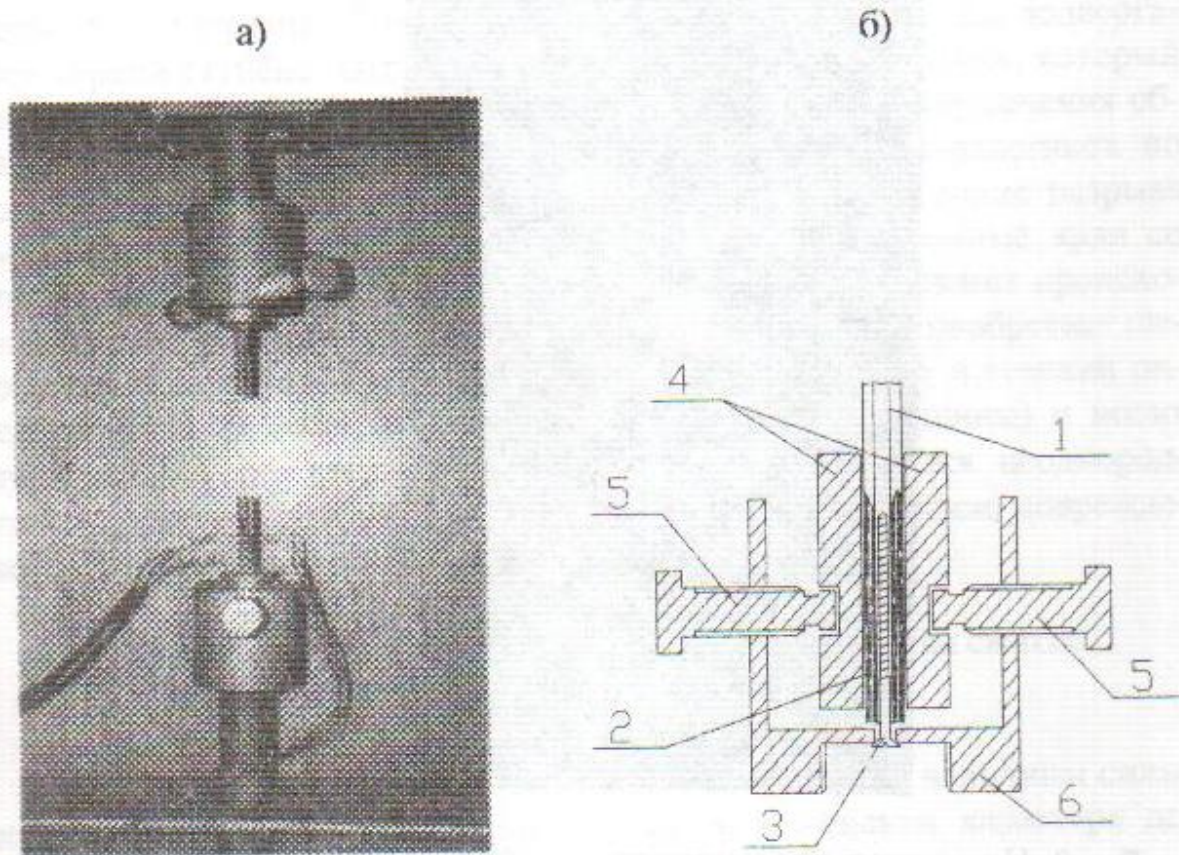


Рис. 1.

а) общий вид конструкции захвата; б) разрез захвата.

1 – испытываемый образец; 2 – часть образца, модифицированная эпоксидной композицией; 3 – центрирующий шуруп; 4 – обжимные лапки; 5 – зажимные болты; 6 – опорный стакан.

Предел прочности образцов при растяжении определяется как для стержня из однородного материала

$$\sigma = P/F \quad (\text{МПа}), \quad (1)$$

где P – максимальная разрушающая нагрузка в кг, которая отсчитывается с точностью одного деления динамометра, равного 0.015 кН;

F – площадь поперечного сечения образца в см^2 .

Для измерения деформаций использовались тензорезисторы, имеющие базу 20 мм и ширину 2.2 мм, изготовленные из константановой проволоки диаметром 20 μ . Сопротивление датчиков составляло 200 Ом.

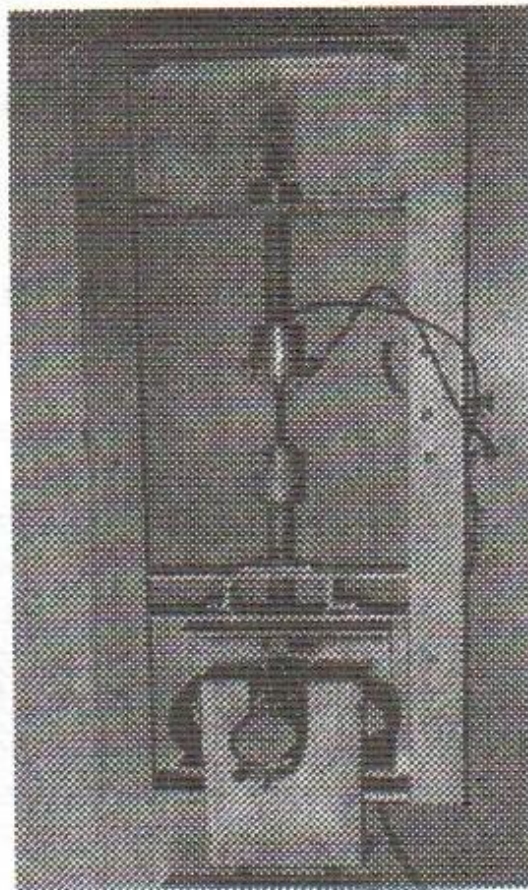


Рис.2. Испытательная установка для определения предела прочности лозы на растяжение.

На каждый образец наклеивалось по два датчика по направлению продольной оси. Компенсационными датчиками служили датчики, наклеенные на другой образец с такой же ориентацией волокон.

В качестве измерительной аппаратуры служил прибор ИДЦ-1, точность измерения которого составляет 10 еод. Для установления показаний на шкале прибора использовался магазин сопротивлений.

Пределы абсолютной погрешности для разрушающих напряжений, полученных в опытах, определялись по выражению $\Delta\sigma_b = n \Delta\sigma_b$, где $n = \Delta P/P + \Delta d^H/d^H + \Delta d^{BH}/d^{BH} + \Delta l/l$ – предел относительной погрешности определения величины σ_b .

Так при испытании образца сорта Алиготе на растяжение вдоль волокон, при $P = 0.64$ кН, $d^H = 6.52$ мм, $d^{BH} = 2.94$ мм, и соответственно $\sigma_b = 10.15$ МПа;

$$n = 3/64 + 0.005/2.94 + 0.005/6.52 \cong 0.0962 \text{ и } \Delta\sigma_b = 0.976 \cong 1.0 \text{ МПа.}$$

Изучение характера разрушения показывает, что образцы имеют структурное ослабление поперечного сечения (явление дорзивентальности).

Разрыв образца начинается в ослабленном дорзвивентальным распределением продольных волокон, месте сечения. Дополнительное напряжение в ослабленном месте создается природной, дугообразной, формой междоузлия. При начале испытания, когда образец подвергается первой ступени нагружения, слышен характерный треск, который свидетельствует о разрыве продольных волокон. Характер сечения образца в месте разрушения подобен разрыву углеродо-пластиков по нормальным напряжениям. Анализ сечения образца в месте разрыва выявил место концентрации напряжений (идеально ровные края со строго перпендикулярным направлением), по мере удаления происходит изменение направления разрушения, поверхность приобретает шероховатый характер. Следовательно разрыв происходит в течении определенного промежутка времени (времени роста трещины) и носит атермический характер. Причиной разрушения является неоднородность структуры, что в свою очередь вызывает накопление повреждений в процессе испытаний.

2. Методика определения предела прочности ВЛ на сжатие вдоль и поперек волокон.

Методика испытаний заключается в установлении величины силы, деформирующей образец в момент явного изменения характера деформации – с равномерного на ускоренный.

Длина образцов при сжатии вдоль волокон $l = 30 \pm 1$ мм была установлена из условия обеспечения устойчивости, когда гибкость элемента $\lambda < 40 \dots 50$. Предполагалось, что именно при такой величине гибкости стержень разрушается практически при потере прочности [1].

Испытания проводились на специально разработанном универсальном приборе (рис.3).

2.1. Сжатие вдоль волокон.

Длина образцов на сжатие вдоль волокон была выбрана 10 мм. Поперечные срезы образцов тщательно шлифовались. Образец устанавливался на металлический цилиндр, который при загрузке образца передает усилие на динамометр. Скорость равномерного нагружения регулировалась в пределах 0.0375 кН/мин. Для измерения деформаций использовались индикаторы часового типа с точностью 0.01 мм.

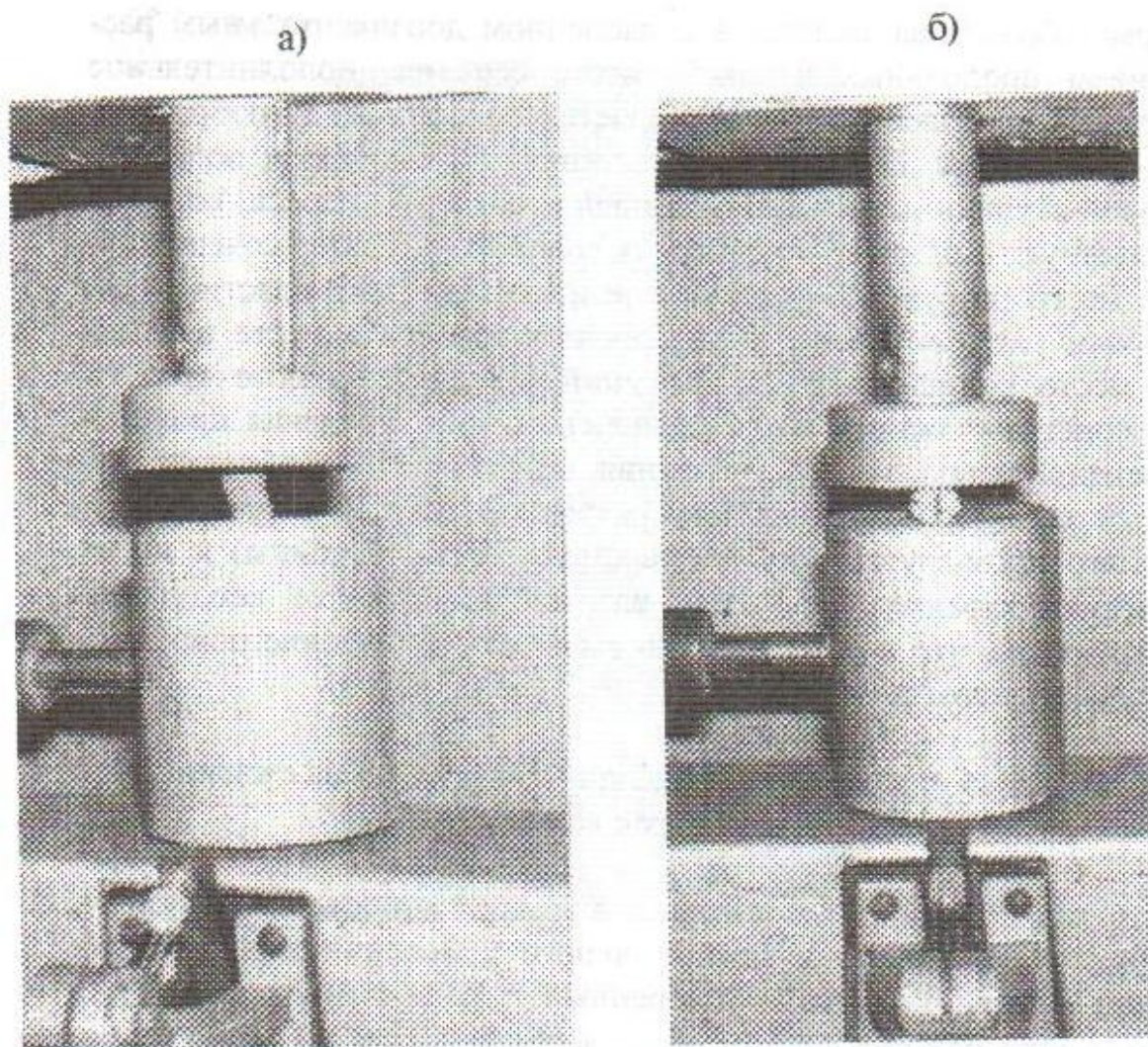


Рис.3. Фрагмент универсального прибора для испытаний на сжатие:
а) вдоль волокон; б) поперек волокон.

Результаты испытаний при сжатии вдоль волокон указывают на несколько стадий разрушения: вначале это рыхлые деформации, когда происходит уплотнение поверхности сжимающей части образца, затем нарастают упругие деформации – в этой стадии деформирования напряжения и деформации прямо пропорциональны. Далее появляются упруго-пластические деформации и через некоторое время начинаются пластические деформации, которые растут без увеличения нагрузки до разрушения.

Прочность образца на сжатие вдоль волокон определяется местной устойчивостью ослабленной части образца. Смещение волокон происходило в центральной части образца, что подтверждает структурное деление поперечного сечения образца на брюшную (ослабленную) и спинную (развитую) части.

2.2. Сжатие поперек волокон (смятие).

Испытание ВЛ на смятие поперек волокон очень актуально, т.к. именно такому воздействию подвергается ВЛ при прессовании плитных материалов.

В данном случае методика эксперимента аналогична испытанию ВЛ на смятие вдоль волокон. Испытания проводились на универсальной испытательной установке (рис.3). Для испытаний отбирались образцы без междоузлий длиной $l \cong 30$ мм. Такая длина образца обусловлена диаметром сминающего и опорного цилиндров.

Образец устанавливался в горизонтальном положении на металлический цилиндр, который покоится на пятке динамометра.

Нагрузка на образец передавалась вращательно-поступательным механизмом, а величина ее определялась по шкале динамометра. Приrost скорости равномерного нагружения составил 0.020 кН/мин.

Определенную сложность представляло точное определение площади смятия. Использование техники графитных отпечатков давало результаты с большой долей погрешности, т.к. четкость отпечатков не всегда была удовлетворительной. Поэтому в данном исследовании для определения ширины площадки смятия использовались отпечатки волосков тончайшей медной проволоки диаметром $d = 0.15$ мм. Кусочки проволоки располагались в трех местах под образцом таким образом, чтобы продольная ось образца была перпендикулярна направлению проволоки. После снятия нагрузки на образце оставались отпечатки проволочек в трех местах по длине образца. Размеры отпечатков устанавливались микрометром.

Разрушение образца происходило постепенно перетекая из одной фазы в другую – вначале сечение приобретало форму вытянутого эллипса, затем по вертикальной оси симметрии образуется чечевидная трещина, а в крайних точках по горизонтальной оси появляются клиновидные трещины, и наконец образец распадается на четыре сегмента. Следует заметить, что генерация экстремумов эпюры внутренних усилий совпадает с последовательностью возникновения трещин по периметру образца.

В заключение следует отметить, что методика испытаний, изложенная выше, позволяет получить достоверные результаты о величинах предела прочности на растяжение и сжатие однолетних стеблей лозы.

Литература

1. Стоянов В.В. Лозолитовые материалы и конструкции. О., 2001 г.