

2. Керш В.Я. Структура и свойства бетонов на сверхлегких заполнителях/ В.Я. Керш, М.И. Холдаева, А.В. Штец //Вісник ОДАБА. – Одеса: «Місто майстрів», 2009. - вип. №35. - С.176-181.

3. Патент на корисну модель №39515 Україна, МПК (2009)UA C 04 B 14/02.Суміш для приготування полістиролбетону/ Дорожкін В.В., Керш В.Я., Керш Д.В., Холдаєва М.І. заявл. 31.10.2008; опубл. 25.02.09, Бюл. № 4, 2009р.

Анотація

Приведені результати випробувань впливу складу, у тому числі пластифікуючих та повітрявтягуючих добавок, на структуроутворення и властивості полістиролбетону.

Abstract

Results on the effect of including additives and plasticizers which involve air, on the structure and properties of polystyrene concrete.

УДК 624.011

к.т.н., профессор **Клименко В.З., Коваленко М.С.,**
Киевский национальный университет строительства и архитектуры**РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ, РАБОТАЮЩИХ НА СЖАТИЕ С ИЗГИБОМ,
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Рассмотрен расчет деревянных элементов, работающих на сжатие с изгибом в разных нормативных документах и учебно-методической литературе.

Ключевые слова: деревянные элементы, сжато-изгибаемые элементы, крупнопанельные деревянные фермы.

Считаем не лишним начать статью с характеристики изложенного научного положения, данного А.И. Китайгородским в предисловии к четвертому изданию «Физики для всех»¹: «Это дедуктивность изложения, следования логики предмета, а не истории его развития». Темой статьи является расчет элементов, подверженных действию осевой силы изгиба, который функционирует уже более семидесяти лет. В деревянных конструкциях два типа таких элементов: сжато-изгибаемые и внецентренносжатые. Оба типа элементов сейчас согласно действующим СНиП II-25-80, рассчитываются по единой методике (п.4.17), основанной на теории краевых напряжений проф. К.С. Завриева (1930 г.) для сжато-изгибаемых стержней. В такой редакции только для сжато-изгибаемых элементов она приводится в учебниках под редакцией проф. Г.Г. Карлсена (1942г., 1952г., 1962г., 1975г., 1986г.) для схемы работы элементов показанных на рис.1.

И это тогда, когда в нормах проектирования эти элементы называются внецентренносжатыми: СНиП II-Б.5 и НиТУ 122-55, СНиП II-В.4-62, СНиП II-В.4-71, а в СНиП II-25-80 – внецентренносжатыми и сжато-изгибаемыми.

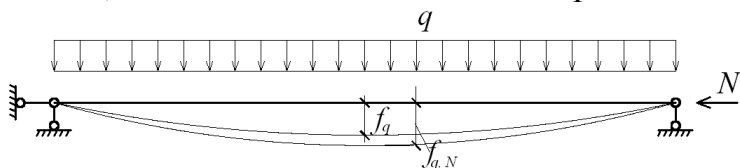


Рис. 1. Расчетная схема сжато-изгибаемого элемента

В учебно-методической литературе, посвященной деревянным конструкциям, встречаются первое и второе определения работы элементов. В отличие от них в учебниках проф. В.А. Иванова (1962г.) и проф. В.З. Клименко (1983г., 2000г.) элементы характеризуются, как работающие на сложные сопротивления, но при этом даются схемы сжато-изгибаемых и внецентренносжатых элементов (рис.2).

Короткий экскурс в историю развития расчета элементов сделан из того соображения, что физические явления, происходящие в сжато-изгибаемом и внецентренносжатых элементах, настолько разные [1], что применение для них

¹ Д.Ландау, А.И. Китайгородский. Физика для всех: Физические тела. – М.: Наука. 1982. – 268 с.

единой методики расчета вряд ли оправданно. Распространение теории краевых напряжений на внецентренно сжатые элементы не отвечает «логике предмета», теория не адекватна физическому явлению в элементах.

Как тут не вспомнить предупреждение Рене Декарта: «Определяйте значение слов и вы освободите человечество от половины его заблуждений».

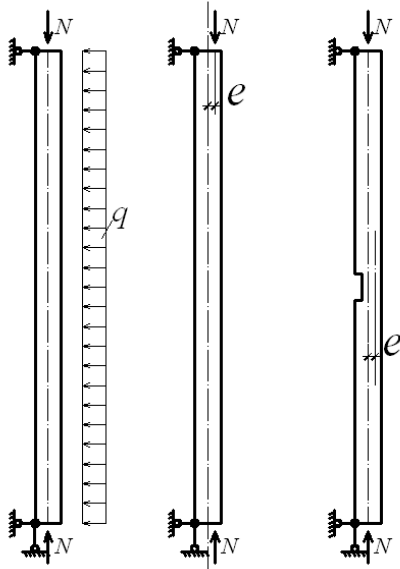


Рис. 2. Расчетная схема элемента, работающего на изгиб и внецентренное сжатие с положительным эксцентриситетом

Не берем на себя смелость судить о том, откуда появилось заблуждение в определении элементов, работающих на сжатие с изгибом: в нормах как внецентренно сжатые, в учебно-методической литературе как сжато-изгибаемые. Это разные элементы и, если теория проф. К.С. Завриева разработана для элементов сжато-изгибаемых и она приведена в нормах проектирования, то и называть эти элементы надо соответственно, а не внецентренно сжатыми. Предполагаем, что заблуждения можно было избежать, если бы расчеты в нормах сопровождалась расчетными схемами элементов. Отсутствие их мы считаем серьезным недостатком норм проектирования.

В СНиП II-Б.5 расчет внецентренно сжатых элементов (п.7.10) производится по формуле (5.13)

$$\frac{N}{m_c R_c F_{нт}} + \frac{M}{m_u \xi R_u W_{нт}} \leq 1 \quad (1)$$

Объяснение того что такое M не дается.

В НиТУ 122-55, разработанному в развитие главы СНиП II-Б.5, дается такой же расчет (п.50). Любопытным представляется примечание 1 к пункту 50, которое процетируем полностью:

Примечание 1. Формула (5.13) для внецентренно сжатых стержней, подвергающихся воздействию продольной сжимающей силы N и изгибающего момента M (от продольной силы или поперечной нагрузки), после преобразований и подстановки $R_c/R_u=1$ и $m_c=1$ может быть приведена к виду

$$\frac{N}{F_{нт}} + \frac{M}{m_u \xi W_{нт}} \leq R_c \quad (2)$$

Текст в скобках означает, что аутентичными считаются схемы элементов, показанные на рис.3. Считаем возможным отметить противоречие заключенное в содержании примечания. Речь идет о внецентренно сжатых стержнях, а в скобках говорится об изгибающем моменте от продольной силы, имея ввиду что она приложена с эксцентриситетом, (предполагая рис. 3, а) или поперечной нагрузкой (рис. 3, б) при центрально действующей продольной силе. Разъяснения, содержащиеся в скобках, содержат физическое несоответствие предмету, которому посвящено примечание, а именно, формулировке «внецентренно-сжатые стержни». Отметим что подобное противоречие нежелательно в нормативных документах.

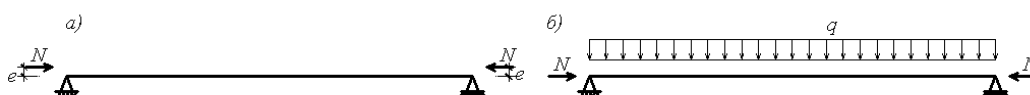


Рис. 3. Схема элементов к примечанию 1

В элементе по схеме «а» действует момент, равным $N \cdot e$, и нельзя говорить о дополнительном прогибе, который появляется в схеме «б» от момента $N \cdot f_q$. На элемент по схеме «а» не может быть распространена теория профессора К.С. Завриева, а следовательно и формула расчета (2). Расчетная формула должна быть однотипна формуле (2) без коэффициента ξ . Это отвечает «логике предмета» – физическому явлению, происходящему во внецентренно-сжатом элементе по схеме рис. 3,а.

В СНиП II-V.4-71 дается, как говорилось выше, расчет только внецентренно сжатого элемента (п.4.14) по формуле однотипной формуле (1), без объяснения физического смысла M . В тоже время в п.6.22, в котором говорится о фермах, упоминаются сжато-изгибаемые их элементы, но не упоминаются элементы внецентренно сжатые. Подобных неопределенностей лучше избегать в нормативном документе. А где в деревянных конструкциях внецентренно сжатые элементы по схеме рис. 3,а? Она может появиться в тех случаях, когда иное конструктивное решение опирания элемента или передача продольного усилия на него центрировано затруднено или невозможно.

Наконец, СНиП II-25-80 дает расчет обеих типов элементов, подверженных действию осевой силы с изгибом, по формуле (28)

$$\frac{N}{F_{\text{ддн}}} + \frac{M_{\text{д}}}{W_{\text{ддн}}} \leq R_{\text{н}} \quad (3)$$

где $M_{\text{д}}$ – изгибающий момент, определяемый по деформированной схеме и равен $M_{\text{д}} = M/\xi$. Здесь M – изгибающий момент без учета дополнительного момента от продольной силы. То-есть, момент от поперечной нагрузки q в схеме элемента по рис. 3,б. Дополнительный момент от продольной силы появляется от её выгиба, равного прогибу от (q), составляющего f_q . В схеме элемента по рис. 3,а это момент $N \cdot e$, дополнительный момент в элементе не появляется. В учебно-методической литературе встречается элемент, работающий по схеме на рис. 4, хотя трудно найти в деревянных конструкциях подобный элемент, но теоретически он возможен. В его деформируемой схеме

дополнительный изгибающий момент от продольной силы появляется при плече силы N , равном $(e+f_q)$.

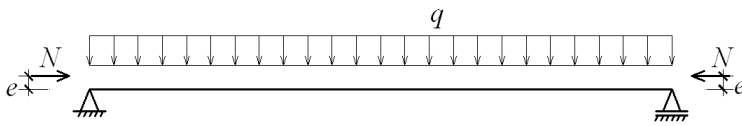


Рис. 4. Расчетная схема элемента, работающего на изгиб и внецентренное сжатие с положительным эксцентриситетом

Нам кажется, что следствием неконкретности и недостаточности формулировок пункта норм проектирования, касающегося расчета элементов, работающих на изгиб со сжатием, и отсутствием расчетных схем в [2] в примере 1 проектирование рамы, показанной на рис. 5,а, стало выполнение расчета стойки по расчетной схеме, показанный на рис. 5,в.

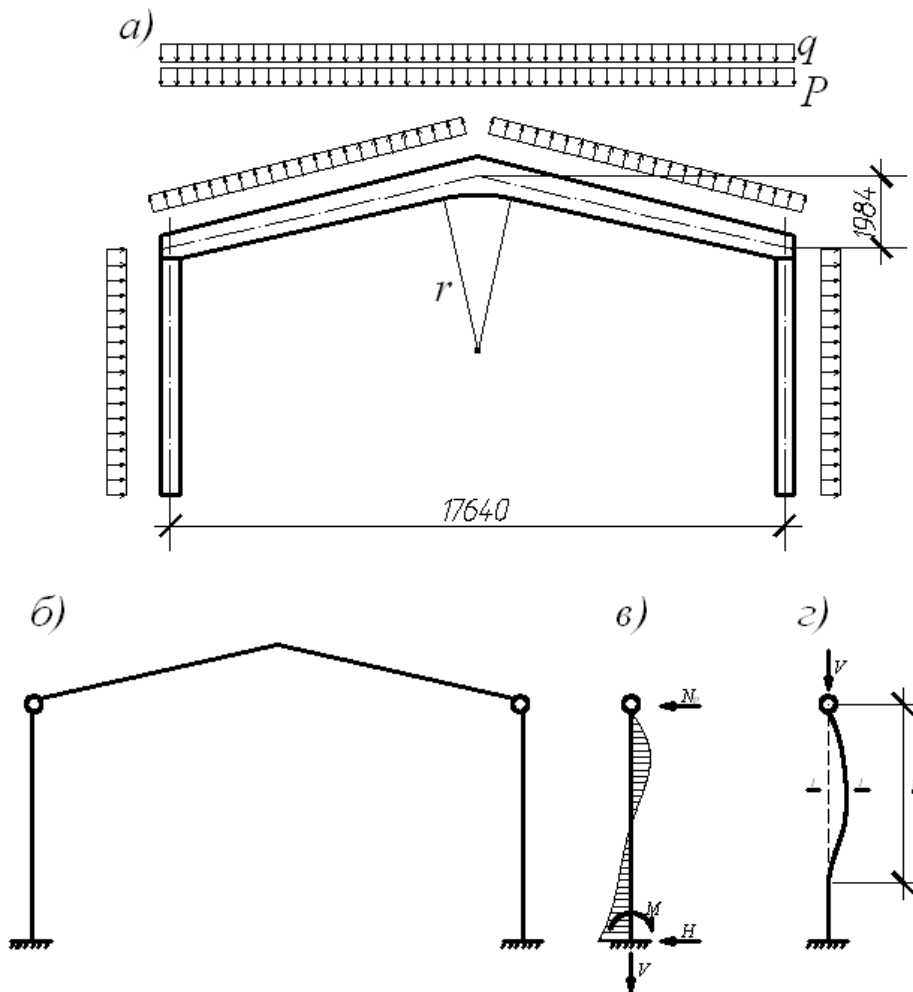


Рис. 5. Схема рамы и расчетная эпюра изгибающего момента в стойке
 а – схема рамы; б – геометрическая схема рамы;
 в – расчетная схема стойки; г – деформированная схема стойки

На основании того, что в результате статического расчета двухшарнирной рамы при заданных геометрических её размерах и внешних нагрузках наиболее напряженным оказалось сечение стойки в заземлении на фундаменте, сделана его проверка по формуле (28) СНиП с определением

$M_{зайц} = M_D$. Но коэффициент ζ , как известно, учитывает дополнительный момент от продольной силы вследствие прогиба элемента. Деформированная схема стойки показана на рис. 5,з. Прогиба стойки на некотором участке её длины возле защемления нету. Вызывает большое сомнение правомочность использования здесь для проверки стойки формулы для сжато-изгибаемого элемента. Эту формулу следует использовать для проверки сечения 1-1, в котором появляется дополнительный изгибающий момент от вертикальной силы V . Расчетным оказалось бы то сечение стойки, в котором расчетный изгибающий момент больше. В рассматриваемом примере M_D в сечении 1-1 оказался меньше, так что расчетным оказалось все равно сечение в защемлении. В зависимости от высоты стойки и ветровой нагрузки изгибающий момент в сечении 1-1 может быть одного порядка, а, не исключено, и превышать $M_{зайц}$. В таких случаях надо или выполнить сравнение моментов $M_{D,1-1}$ и $M_{зайц}$, или в качестве расчетного принимать сразу сечение 1-1.

Рассмотренный пример интересен еще и следующими двумя обстоятельствами. Первое. При расчете стойки коэффициент φ в формуле (30) СНиП для ζ оказался равным $\varphi = 0,229 < 1$, что естественно при гибкости стойки $\lambda = 114,4$. При расчете ригеля с гибкостью $\lambda = 51 < \lambda_{cp} = 75$ коэффициент $\varphi = 1,16 > 1$, больше единицы – !. Серьезная претензия к подобной методике расчета сжато-изгибаемых элементов высказывалась в [1, 3, 4, 5], в [1] предлагается расчет с устранением весьма нежелательного методологического диссонанса.

Второе обстоятельство. Проверка прогиба ригеля выполнена с учетом влияния деформаций сдвига по формуле (50) СНиП II-25-80. Прогиб от нагрузки q на ригель составил $f_0 = 27,4$ мм, а по формуле (50) $f = 52,6$ мм – почти вдвое больше. Это при соотношении пролёта ригеля к его высоте $l/h = 17,64/1,2 = 14,7$. Соотношение $l/h = 14 \div 18$ обычны для верхних поясов крупнопанельных ферм, поэтому учет деформаций сдвига на прогиб для них так же обязателен. Это обстоятельство становится важным при расчете по действительной деформированной схеме, показанной на рис. 6. внецентренно-сжато-изгибаемых элементов с отрицательным эксцентриситетом, каковыми являются верхние пояса ферм и треугольных распорных систем, о чем говорится в [6, 7].

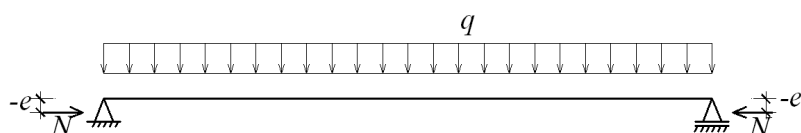


Рис. 6. Расчетная схема элемента, работающего на изгиб и внецентренное сжатие с отрицательным эксцентриситетом

В фермах и треугольных распорных системах при использовании для них клееной древесины появились элементы – панели верхних поясов, работающие на сжатие внутренним продольным усилием и изгиб от внеузловой нагрузки. Расчетные пролеты этих элементов при пролётах конструкций от 18 м до 36 м (могут быть и больше) достигают 5 ÷ 18 м. С увеличением длины элементов их прогибы возрастают пропорционально длине в четвертой степени. Выгиб элементов становится очень существенным, от этого растет дополнительный

момент от продольной силы. Нормы проектирования деревянных конструкций в разделах, посвященных основным указаниям по проектированию, не акцентируют внимание на расчете верхних поясов крупнопанельных конструкций. Нам кажется, что характеристика их как элементов, работающих на сжатие с изгибом, с рекомендациями по их расчету по соответствующим пунктам норм должна быть обязательной в подразделе касающемся ферм. Действительная деформированная схема панелей верхних поясов конструкций отличается от той, которая предполагается в п. 4.17 СНиП II-25-80, учитываемая коэффициентом ξ . Подробно о деформированных схемах внецентренносжато-изгибаемых элементов с отрицательным эксцентриситетом говорится в публикациях [6, 7].

Литература

1. Клименко В.З. Устранение методологического десонанса в расчете деревянных элементов, работающих на изгиб со сжатием / Часопис «Промислове будівництво та інженерні споруди» №2 – К. 2010. – С. 41-44
2. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80) / Стройиздат. – М.1986. – 216с.
3. Клименко В.З. Философическая и методологическая основы расчета сжато-изогнутых элементов деревянных конструкций / В сб. научных трудах Международного симпозиума. – Брест. – 2009. – С.119-122.
4. Клименко В.З., Козовенко А.М. Расчет сжато-изогнутых деревянных элементов / Там же. – С.123-126.
5. Клименко В.З. Развитие методики расчета сжато-изогнутых элементов в историческом аспекте / Збірник наукових праць УкрНДПСК ім. В. М. Шимановського. Вип. 5. – К. – 2010. – С. 130-139.
6. Михайловський Д.В., Коваленко М.С., Кліменко В.З. Розрахунок верхніх поясів ферм з клеєної деревини // Сборник научных трудов «Современные строительные конструкции из металла и древесины» ОГАСА – Одесса, ООО«Внешрекламсервис», 2010, – 157-162.
7. Коваленко М.С. Верхние пояса крупнопанельных ферм из клееной древесины // Строительные материалы и изделия.–2010. – №3 – С.25-27.

Анотація

Розглянуто розрахунок дерев'яних елементів, що працюють на стиск зі згином в різних нормативних документах та навчально-методичної літератури.

Abstract

Reviewed the calculation of wooden compressed-bended elements in the different documents and teaching-methodical materials.