

**СЕТЧАТЫЕ СВОДЫ С КОСЯКАМИ ИЗ ДВУТАВРОВЫХ
ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК**

MESH ARCHES WITH JAMBS OF BEAM WOODEN BEAMS

проф. Стоянов В.В., доц. Коршак О.М., асп. Бойко А.В.,
доц. Чучмай С.М. (ОГАСА г.Одесса)

Stoyanov V. V., Korshak O. M., Boyko A. V., S. M. Chuchmai
(Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture)

АНОТАЦІЯ

В роботі розглядаються сітчасті склепіння з косяками з сучасних дерев'яних елементів різного типу. Це в першу чергу використання двотаврових балок із стінкою з OSB і поясами з дерев'яних брусків або балки виготовлені з багатошарової деревини з перехресним розташуванням шарів дощок. Останні успішно можуть бути використані при виготовленні фронтальних арок сітчастих склепінь. З урахуванням розвитку різних програмних комплексів, які спрощують і прискорюють розрахунок конструкцій, дерев'яні та композиційні конструкції також зручно розраховувати в розрахункових комплексах. ANSYS Workbench – спеціалізований програмний продукт – ANSYS Composite PrepPost (ASP), у якого всі шаруваті елементи дозволяють оцінювати міцність за допомогою різних критеріїв руйнування

Ключові слова: кружально-сітчастий звід, одвірки, циліндричний звід, двотаврові дерев'яні балки.

ABSTRACT

The paper discusses the mesh arches with shoals of modern wooden elements of different type. It is primarily the use of I-beams with a web of OSB and belts of wooden bars or beams made of multilayer wood with cross arrangement of layers of boards. The latter can successfully be used in the manufacture of the front arches mesh design.

With the development of various software systems that simplify and accelerate the calculation of structures, wood and composite construction also convenient to calculate in the estimated complexes. ANSYS Workbench is a specialized software product ANSYS Composite PrepPost (ASP), in which all the layered elements allow us to estimate the strength using various failure criteria.

In addition to calculation of composite anisotropic structures, the question of the analysis of work of joints, study of new variants being developed at the Department of MD and PC OGAS and prepared patent.

Keywords: krugolina-mesh arch, jambs, barrel vault, beam wooden beams.

1. Общие сведения о кружальчато-сетчатых сводах.

Следует отметить, что кружально-сетчатый цилиндрический свод представляет собой конструкцию, составленную из установленных на ребро косяков, расположенных по направлению двух взаимно-пересекающихся ломанных винтовых линий (Рис.1).

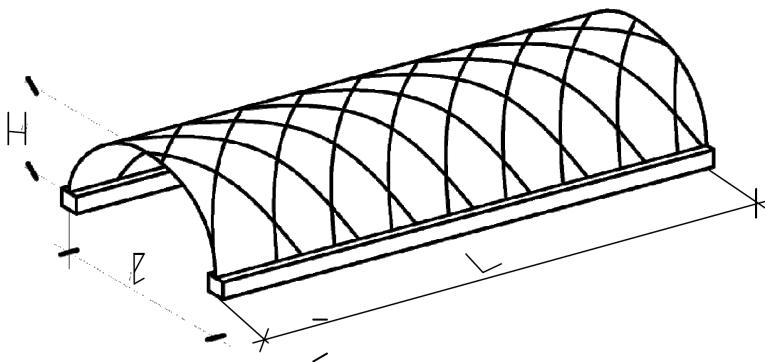


Рис. 1 Кружально-сетчатый свод.

Еще в начале прошлого столетия в 20-х годах кружальчато-сетчатые своды использовались довольно хорошо в самых различных конструкциях покрытий. В книге К.Керстена [1] изданной в 1932г. можно увидеть крыши жилых домов системы Цолльбау (с.158) или шикерный купол павильона в Кобленце (с.311). В 30-40 годах развитие

пространственных деревянных конструкций значительно увеличилось – например, ребристые своды пролетом 100м [2]. В 60-х годах был построен сетчатый свод в США пролетом 52м.

Отметим, что из известных двух типов сводов (в зависимости от конструкции узловых сопряжений) безметалльных систем С.И.Песельника и металлических систем Цолльбау, последние являются и ныне весьма применимы. Именно новые системы конструкций узловых соединений и привлекают нас.

2. Новые принципы конструирования косяков и их соединения.

2.1 Цельная древесина с послойным армированием по пласти косяка

2.2 Клееная древесина с послойным армированием по клеевым швам и по пласти косяка.

Послойное армирование отмеченное в (2.1) и (2.2) подробно описано в патенте [2].

2.3 Косяки в виде *двутавровых* балок с деревянными поясами и стенками из OSB и других типов.

2.4 Различные типы косяков используются и новые способы соединения (подготавливается патент).

3. Расчет кружально-сетчатых сводов

3.1 Приближенный метод.

Кружально-сетчатый свод представляет собой стержневую пространственную систему с многими лишними неизвестными. Для расчета таких сводов принят приближенный метод, точность которого вполне достаточна и оправдана многочисленными испытаниями, а также эксплуатационной практикой.

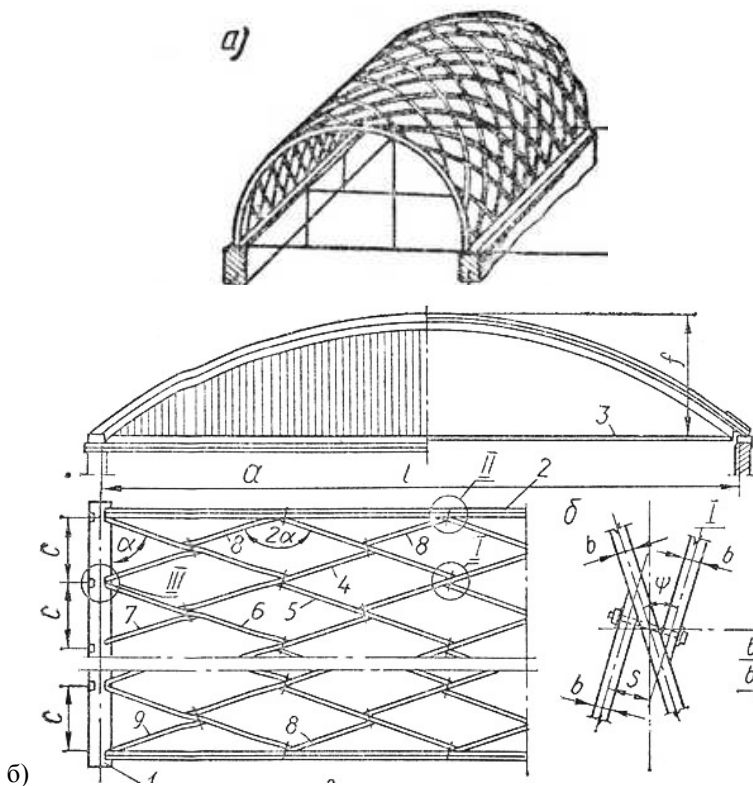


Рис. 2. Кружально-сетчатый свод системы Цолльбау
 а- Общий вид; б – развертка

По приближенному методу расчет ведется, как для двух- или трехшарнирной арки (кругового или стрельчатого очертания), для полосы, выделенной из свода шириной, равно расстоянию C между узлами свода (рис. 3). Определение изгибающего момента M_0 и нормальной силы N_0 для такой полосы-арки производится в предположении воздействий на нее расчетной постоянной и временной нагрузок. Наличие жестких торцевых стен-фронтонов или диафрагм увеличивает жесткость свода (уменьшает его прогиб) и, кроме того, уменьшает в своде изгибающие моменты. Это влияние

пространственной жесткости заметно сказывается лишь при отношении длины свода между фронтонами или диафрагмами B к длине дуги S свода $B/S < 2,5$. Учет указанного влияния при значениях этого отношения от 1 до 2,5 следует производить путем деления расчетного изгибающего момента для арки на коэффициент k_ϕ ; ниже приводятся значения k_ϕ , учитывающие разгружение влияния фронтонов:

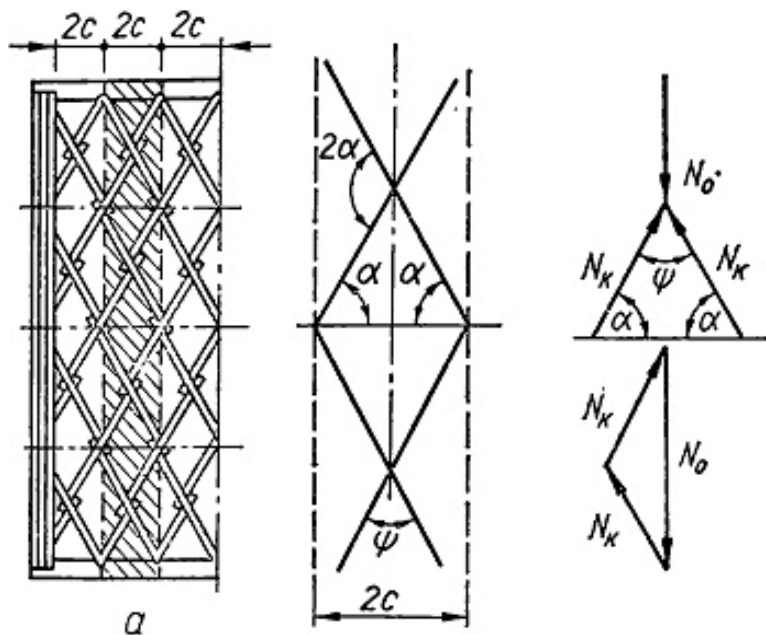


Рис. 3. Расчетная схема сетчатых сводов.

B/S	≤ 1	1.5	2	≥ 2.5
k_ϕ	2.0	1.4	1.1	1.0

Расчетный изгибающий момент M_o воспринимается только одним сквозным осяком, так как два набегających косяка только примыкают к его середине, нормальные же силы передаются одинаково по двум направлениям косяков.

Ввиду несовпадения плоскости действия расчетного момента M_o для арки и нормальной силы N_o с осью косяка наклоненного к образующей свода под углом α , расчетный изгибающий момент для сквозного косяка

$$M_k = \frac{M_o}{s k_{\phi} \sin \alpha}$$

и нормальная сила для косяка

$$N_k = \frac{N_o}{2 \sin \alpha}$$

Расчет ведется с учетом совместного действия сжатия и изгиба. Гибкость свода с учетом пространственной работы его определяется по общей формуле с введением эмпирического коэффициента 0,7. Расчетная длина с учетом косо го направления косяковувеличивается делением на $\sin \alpha$.

$$\lambda = \frac{0,7l_o}{\sin \alpha \sqrt{\frac{I_k}{2F_{сж}}}} \approx \frac{3,5l_o}{h_k \sin \alpha}$$

На сегодняшний день, с учетом развития различных программных комплексов, которые упрощают и ускоряют расчет конструкций, деревянные и композиционные конструкции также удобно рассчитывать в расчетных комплексах. ANSYS Workbench – специализированный программный продукт – ANSYS Composite PrepPost (ASP), у которого все слоистые элементы позволяют оценивать прочность с помощью различных критериев разрушения.

Возможности модуля ANSYS Composite PrepPost позволяют точно моделировать конструкции с послойным армирование (рис.4) с учетом направление волокон для каждого слоя композита (анизотропия самой среды) и принять во внимание ряд характерных свойств армирующих элементов , что очень полезно для оценки конечного изделия.

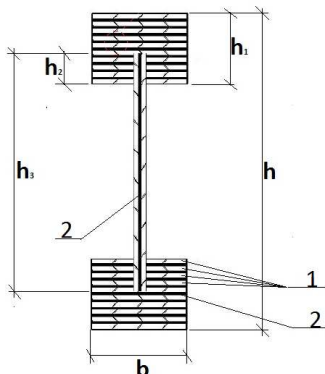


Рис.4. Послойное армирование двутавровое сечение металлической сеткой, толщиной 1,0 - 2,0 мм:

1- доски пакета, 2- клеевой шов;

Кроме удобства расчета композитных анизотропных конструкций, решается вопрос анализа работы узловых соединений, на исследовании новых вариантов ведутся разработки на кафедре МД и ПК ОГАСА и подготавливается патент.

Выводы:

1. В связи с широким применением деревянных балок со стенкой из OSB, актуально и их применения в пространственных конструкциях на примере кружально-сетчатого свода.
2. Новые способы соединения упрощают возведение конструкций.
3. Удобство расчета анизотропных композитных конструкций в программе ANSYS Composite PrepPost располагает к проектированию таких конструкций.

Литература:

1. Керстен, К. Современные инженерные деревянные конструкции [Текст] : пер. с нем. / К. Керстен. - М. ; Л. : Гострансиздат, 1932. - 418 с.
2. Патент ИА 87286 ЕО48 В/12 Деревянная балка – 2005, бюл. изобр. №13.