

ОБЛЕГЧЁННЫЕ АРКИ КРИВОЛИНЕЙНОГО КОНТУРА

Вячеслав Шебанин, Владимир Богза, Сергей Богданов, Иван Хилько

Николаевский национальный аграрный университет

Viacheslav Shebanin, Vladymyr Bogza, Sergei Bogdanov, Ivan Hilko

Mykovaliv National Agrarian University

Аннотация. В работе предложено при помощи метода открытой типизации изготовление лёгких арок сельскохозяйственных сооружений из листовой пространственной заготовки. Такое конструктивное решение приводит к повышению жесткости конструкции и снижению металлоемкости.

Ключевые слова: Лёгкая арка, листовая заготовка, пояс арки, пролёт арки, толщина решетки арки, сечение арки.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Из строительной практики известно использования балочных, рамных, складчатых и арочных схем зданий.

Для решения проблемы существенного уменьшения числа вариантов конструкций арок без превышения расхода материалов при сохранении оптимальных объемно-планировочных габаритов предлагается путь использования системы открытой типизации. Открытая система типизации базируется не на разработке типовых проектов зданий с унифицированной габаритной схемой, а на использовании унифицированных элементов, обеспечивающих реализацию различных габаритных схем. Относительно несущих конструкций зданий, рекомендуются варианты унифицированных элементов, предусматривающих заводской уровень унификации, то есть базовый элемент, а путем применения сборно-разборных монтажных соединений устанавливаются необходимые пролет и контур каркаса. В этом случае заказчик может, варьируя числом элементов, реализовать каркасы различного сечения и высоты.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В НИИ новых агропромышленных объектов Николаевского национального

аграрного университета разрабатываются и исследуются подобные здания с многовариантными схемами несущих конструкций. Использование таких схем имеет преимущества: требуются меньшие затраты металла на несущие конструкции, поскольку высота пересечения этих зданий близка к оптимальному значению для арок; за счет более рациональной аэродинамической формы обеспечивается уменьшение интенсивности атмосферных нагрузок, создается дополнительный резерв экономии конструкционных материалов; достигается однотипность конструкционных элементов, поскольку исключает общеприемлемое распределение их на элементы стеновые и перекрытия; при одном и том же сечении можно использовать меньший параметр ограждающих конструкций. Вопрос же наличия в зданиях "мертвых пространств" решается путем выбора рациональных сечений несущих конструкций.

В пересечении лёгких арок (Рис.1) находится треугольник, который образован криволинейными поясами - верхним 1 и нижним 2.

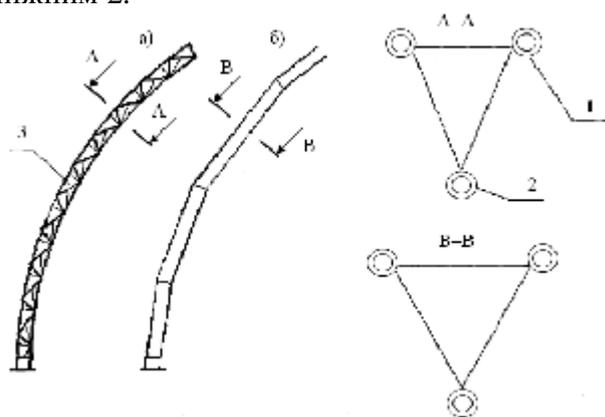


Рис.1 Построение легких арок 1.Верхний криволинейный пояс. 2. Нижний криволинейный пояс. 3. Пространственная решетка легкой арки.

Fig. 1 Construction of light arches. 1. Upper curved arches belt. 2. Lower curved belt. 3. Spatial lattice of light arches.

Эти треугольники в свою очередь объединены пространственной решеткой 3. Решетка может быть выполнена из листовой заготовки (Рис.2) путем последовательного изгиба. При этом угол изгиба j_1 , т.е. это двугранный угол, образованный пластинами решетки, против верхнего пояса решетки был больше угла изгиба против нижнего пояса решетки j_2 .

Такое конструктивное решение позволяет за счет изменения углов изгиба увеличить высоту сечения по сравнению с конструкцией, которая имеет контур, состоящий из прямолинейных элементов. Такое решение приводит к повышению жесткости конструкции и снижению металлоемкости.

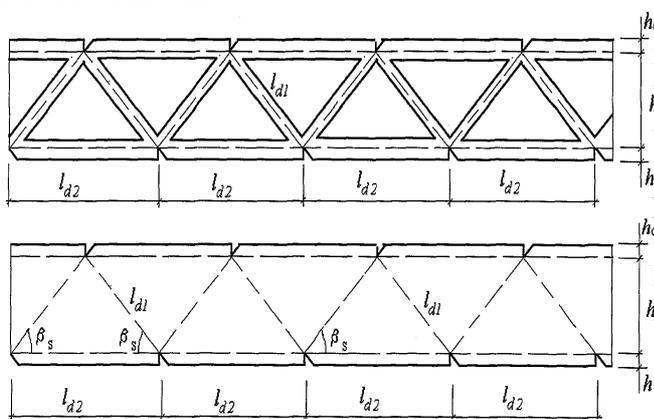


Рис. 2 Пространственная решетка выполненная из листовой стали.

Fig. 2 Spatial lattice made of sheet steel.

Толщина решетки арки t_0 принимается равной 3 мм. Длина листовой заготовки l_s определяется по формуле:

$$l_s = 3h_s \operatorname{ctg} b_s \frac{l_1}{l_2} \quad (1)$$

где: h_s - ширина листовой заготовки без учета сгибов; b_s - угол изгиба;

$l_2 = \frac{2prd_2}{360}$ - длина дуги панели нижнего пояса;

$l_1 = \frac{2prd_1}{360}$ - длина дуги панели нижнего пояса арки (Рис.3).

Приблизительно эти значения подсчитываются:

$$l_1 \approx \sqrt{l_a^2 + \frac{16h_1^2}{3}} ; l_2 \approx \sqrt{l_{ml}^2 + \frac{16h_2^2}{3}} \quad (2)$$

где: a, a_2 - центральный угол; h_1, h_2 - стрела сегмента; l_a - пролет арки; l_{ml} - свободная длина нижнего пояса; r - радиус изгиба.

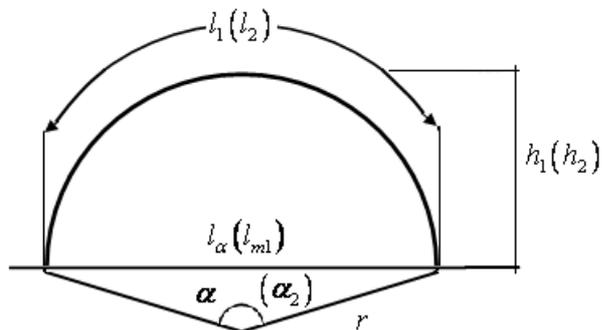


Рис. 3 Схема длины верхнего и нижнего пояса арки.

Fig. 3 Scheme length of the upper and lower belt arch.

Пояса выполняются из прокатных профилей различных видов толщиной $t = 6$ мм. Соединение стенки с полками осуществляется автоматической сваркой.

Арки из легких пространственных решеток могут применяться в бескрановых сельскохозяйственных помещениях, (Рис.4) которые могут быть оборудованы подвесными кранами грузоподъемностью до 3 т.

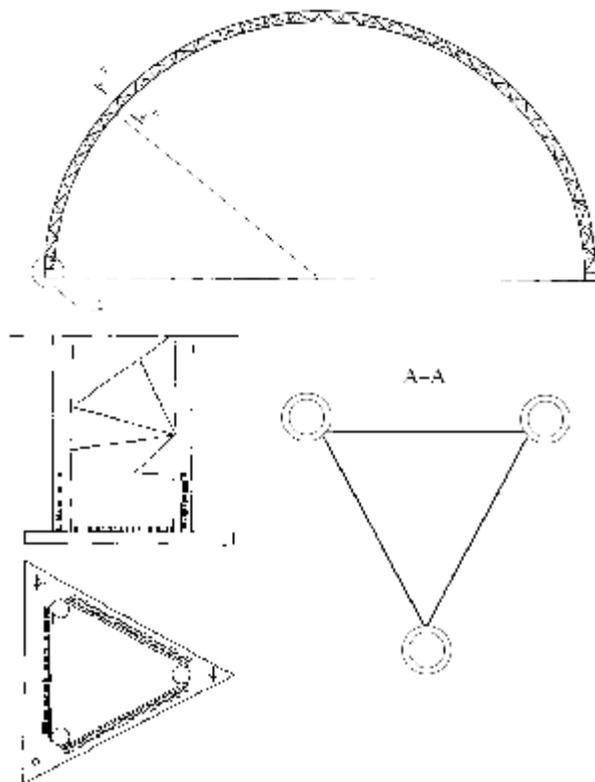


Рис. 4 Арка из пространственной решетки для бескрановых сельскохозяйственных сооружений.

Fig. 4 Arch of spatial lattice without crane for agricultural structures.

В помещениях, оборудованных подвесными кранами, балки опираются на нижний пояс арки. (Рис.5) Крановая подвеска имеет сечение в виде сварного двутавра и соединяется с аркой с помощью сварки.

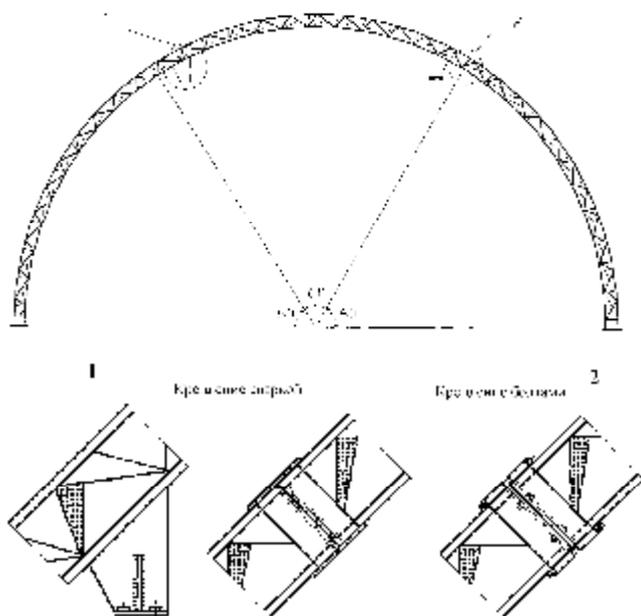


Рис. 5 Арка из пространственной решетки для сельскохозяйственных сооружений оборудованных подвесным краном.

Fig. 5 Arch of spatial lattice structures for agricultural equipped outboard crane.

В самой арке на месте крепления подвески при кранах грузоподъемностью 3 т. решетка может быть усилена.

В случае большой разницы усилий, возникающих в сечениях арок, возможно использование элементов с разным поперечным сечением с усиленной решеткой в наиболее нагруженных местах или возможно изменение толщины листовой заготовки элемента.

Появление таких арок обусловлено необходимостью получения высокотехнологичной арочной конструкции, которая имеет все преимущества сплошностенчатых (небольшое количество сборочных арок, которые собираются, возможность применения листового проката) и решетчатых конструкций (рациональное использование металла, малая длина сварных швов).

Применение решетки из тонких листов, изготовление арок на текущих

автоматизированных линиях обеспечивает экономию металла и снижение стоимости конструкции на 15-20% и определяет перспективность применения таких конструкций в зданиях и сельскохозяйственных сооружениях.

Арки из легких пространственных решеток целесообразно применять в зданиях-модулях комплектной поставки с пролетом 15-24 м, что позволяет снизить расход металла на здания и сократить срок строительства. Возможно применение таких арок для помещений отапливаемых или неотапливаемых зданий с неагрессивной или слабо агрессивной средой при относительной влажности воздуха не более 60%.

БИБЛЕОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bakiev M. 1978. К вопросу о нагрузках, действующих на конструкции покрытия. / М. Bakiev, I. Kuznezov, R. Safin. Mezhevuzovskij sbornik. Vyp. 2, Kazan. — 28-31.
2. Baranenko V, 2002. Genetichni algoritmi v optimalnomu proektuvanni konstrukcij. Ogljad. / V.O. Baranenko. // Pridniprovskaja DABIA Visnik akademii, — № 10. - 4-9.
3. Bogza V. 1998. Principy sozdanija konstruktivnyh form stalnyh karkasov oblegcennogo tipa iz universalnyh elementov. /V. G. Bogza // Metallicheskie konstrukcii, №1. — 61-64
4. Bogza V. 2005. Novi tipi silskogospodarskih sporud / V. Bogza, S. Bogdanov Sovremennye stroitelnye konstrukcii iz metalla i drevesiny: Sbornik nauch. tr. - Odessa, ООО «Vneshreklamaservis». - 4.2. — 4-8.
5. Vinogradov A. 1973. Problema optimalnogo proektirovanija v stroitelnoj mehanike. /A. I. Vinogradov. Harkov, — 167.
6. Gemmerling A. 1974. Optimalnoe proektirovanie metalo konstrukcij. / A. Gemmerling // Stroifelnaja mehanika i raschet sooruzhenij, — №4. — 10-13
7. Gnitko O. 1976. Rozrahnok nadijnosti stalevih statichno nevznachenih konstrukcij. Zbirnik naukovih prac (galuzeve mashinobuduvannja, budivnictvo) / O. Gnitko; Vip. 1 Polt. derzh.tehn. un-t im. Jurija Kondratjuka; - Poltava.: PDTU im. Jurija Kondratjuka, 1998.

8. Goldenshtejn Ju. B. Racionalnoe ochertanie arochnyh konstrukcij pri podvizhnoj nagruzke. / J. Goldenshtejn, M. Solomeshh // Izvestie vuzov, — №6. — 44-50.
9. Zaripov I. 2005. Legkie metallicheskie konstrukcii angarov iz gnutyh profilej prokata. / I. Zaripov Sovremennye problem sovershenstvovaniya i razvitija metalicheskikh, derevjannyh, plastmassovyh konstrukcij v stroitelstve i na transporter Sbornik nauchnyh trudov. - Samara.: OOO «SamLJuKS», — 370.
10. Klimanov V. 1982. Ustojchivost dvuhshamimyh arok s nadarochnym stroeniem. / V. Klimanov // Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij, — №2. — 24-30.
11. Kuznecov I. 1979. Stalnye arochnye konstrukcii zdaniya mnogocelevogo naznachenija. /I. Kuznecov. - Stroitel'naja fizika. Vyp. 7. - M., — 23-25.
12. Kuznecov I. 1980. Opređenje massy metallicheskih arok na stadii proektirovaniya. /I. Kuznecov. - Mezhvuzovskij sbomik. — Kazan.
13. Kunickij L. 1965. Zakonomemosti vesa i optimal'naja komponovka sploshnyh izgi-baemyh metallicheskih jelementov. / L. Kunickij // Izvestija vuzov. Stroitelstvo i arhitektura — №5. — 33-45.
14. Legkie metallicheskie konstrukcii odno-jetaznyh proizvodstvennyh zdaniy. - Sprav. posobie pod. red. I. I. Ishhenko. - M.: Stroizdat, 1979. — 200.
15. Lukjanenko // Sovremennye problemy stroitelstva. - Doneck: OOO «Lebed», 2002 — 80- 86.
16. Nabokov I. 2002. Raschet i osobennosti kon-struirovaniya stvolov dvutavrovnyh balok sostavnogo sechenija s maksimalnymi gaba-ritami / I. Nabokov, E. Lukjanenko // Sovremennye problemy stroitelstva. - Doneck: OOO «Lebed», — 80-86.
17. Panovko J. 1984. K voprosu o vybore podema svodov. / J. Panovko. - Sbornik trudov MADI, — 129- 133.
18. Patent Rossijskoj federacii № 20676 96 ot 10.10.96. 6A 16 B 7/20. Razyemnoe soedinenie. / Bogza V.
19. Perelmuter A. 1995. Ob ocenke zhivuchesti nesushhih konstrukcij. Metallicheskie konstrukcii. Raboty shkoly professora N. Streleckogo / A. Perelmuter. — M.: MGSU.
20. Permjakov V. 2004. Stijkist ram iz viko-ristannjam dvotavriv zi zminnim pererizom / V. Permjakov, S. Bilik Sb. dokl. VIII Ukr. Nauchno-tehn. konf. — 41. K. : «Stal», - 498-503.
21. Permjakov V. 2005. Sovershenstvovanie rascheta na ustojchivost i prochnost dvutavrov s peremennoj vysotoj stenki kak jelementov stalnyh karkasov zdaniy universalnogo naznachenija / V. Permjakov, S. Bilyk. Sovremennye problemy sovershen-stvovaniya i razvitija metallicheskih, derevjannyh, plastmassovyh konstrukcij v stroitelstve i na transporte: Sbornik nauchnyh trudov. - Samara: OOO « SamLJuKS», — 370.
22. Pichugin S. 1997. Ocinka nadijnosti statichno neviznachenih konstrukcij/ S. Pichugin, O. Gnitko // Problemi teorii i praktiki zalizobetonu. — Poltava.
23. Pichugin S. 1994. Metod rascheta nadezhnosti metallicheskih konstrukcij. XL Konferencia Naukova Komitetu Inzynierii Ladoweh I Wodneh Pan I Komitetu Nauki PZITB. — Warszawa: Rzeszow Krynica.
24. Rudnev V. 1990. O racionalnoj forme sploshnoj uprugoj arki v svjazi s sovremennymi metodami vozvedeniya. / V. Rudnev. — Trudy MIITa Vyp. 15. -M.
25. Filin A. 1973. Ob otyskanii optimalnoj osi trehshamimoy sistemy pri rabote ee na neskolkih variantah nagruzki. / A. P. Filin, E. S. Filalaeva. - Kazan.: Izd. KGU, — 210-219.
26. Viacheslav Shebanin, Vladimir Bogza, Sergei Bogdanov, Ivan Hilko 2013. Chislovoj metod opredeleniya napryazhonnogo-deformirovannogo sostoyaniya i kriticheskikh nagruzok poteri ustojchivosti arok. / MOTROL Vol 15, No 2 / Lublin - Rzeszow 2013. — 129-132.

THE FACILITATED ARCHES OF THE CURVILINEAR CONTOUR

Summary. In work production of easy arches of agricultural constructions from sheet spatial preparation is offered by means of a method of open typification. Such constructive decision leads to increase of rigidity of a design and decrease in metal consumption.

Key words: Easy arch, sheet preparation, arch belt, arch flight, thickness of a lattice of an arch, arch section.

