

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](https://doi.org/10.15863/TAS) DOI: [10.15863/TAS](https://doi.org/10.15863/TAS)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2024 Issue: 04 Volume: 132

Published: 15.04.2024 <http://T-Science.org>

Issue

Article



Sayidmaksud Rakhmonovich Razzokov

Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering
Doctor of Technical Sciences, Professor

Sherzod Rustamkulovich Yakhshiboev

Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering
PhD – Acting Associate Professor

Numonkhon Sayidmaksudovich Razzokov

Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering
Senior lecturer

Tamara Aytiniyazovna Tleubaeva

Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering
Senior lecturer
npl-spk@list.ru

STAGES OF WORK OF SUPPORT CIRCUITS OF DRAWING SYSTEMS IN FIXING AND OPERATING CONDITIONS

Abstract: In this article explored condition in the operational is resulted results of research of the is intense-deformed condition of index contours of pendent systems in stages of prestressing of stay ropes, transition assembly. It is revealed a kind of work of mantle rings from mutual coherence of belts of stay ropes, from breakage of stay ropes or failure of sling anchorages, from a pliability of mantle rings.

Key words: pendent system, a stage of works, an index contour, fixing, operational conditions.

Language: Russian

Citation: Razzokov, S. R., Yakhshiboev, Sh. R., Razzokov, N. S., & Tleubaeva, T. A. (2024). Stages of work of support circuits of drawing systems in fixing and operating conditions. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (132), 166-170.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-132-18> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2024.04.132.18>

Scopus ASCC: 2200.

СТАДИЙНОСТЬ РАБОТЫ ОПОРНЫХ КОНТУРОВ ВИСЯЧИХ СИСТЕМ В МОНТАЖНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СОСТОЯНИЯХ

Аннотация: Приводятся результаты исследования напряженно-деформированного состояния опорных контуров висячих систем в стадиях предварительного натяжения вант, а также в монтажных и эксплуатационных состояниях. Выявлен характер работы опорных колец от взаимной связанности поясов и от обрыва вант, отказа анкерных креплений и податливости опорных колец.

Ключевые слова: висячая система, стадийность работы, опорный контур, монтажные, эксплуатационные состояния.

Введение

УДК 624.012.074

Напряженно-деформированное состояние опорных контуров висячих систем на стадиях предварительного натяжения вант, в стадиях

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

монтажа и перехода в эксплуатационное состояние исследовались с целью:

– выявить особенности работы наружных и внутренних опорных колец в стадиях предварительного натяжения вант двухпоясных вантовых систем и перехода конструкции в монтажные и эксплуатационные состояния;

– выявить характер работы наружных и внутренних опорных колец от взаимной связанности поясов вант при различных схемах загрузки;

– выявить характер работы наружных и внутренних опорных колец от обрыва поясов вант и от отказа анкерных креплений вант к кольцам покрытия;

– выявить характер работы всей пространственной системы от податливости опорных колец в горизонтальном и вертикальном направлениях;

Работа опорных контуров висячих покрытий в зависимости от вида и уровня загрузки

При исследовании контурного кольца висячего покрытия при различных видах и уровнях загрузки усилия в вантах как в стадии преднатяжения, так и в стадиях монтажа и эксплуатации являются внешней нагрузкой.

При этом внешняя нагрузка на контурные кольца может быть равномерно-распределенной, односторонней, местной (локальной), сосредоточенной и др., имеющей произвольный характер воздействия.

Основной особенностью опорных контуров висячих покрытий является необходимость восприятия цепных усилий от покрытия, имеющих вертикальные и горизонтальные составляющие.

Горизонтальные составляющие усилий от покрытия значительно усложняют конструкцию опорного контура, увеличивают его материалоемкость и приводят к его значительному удельному весу в технико-экономических показателях. Поэтому при проектировании сооружения необходимо стремиться к созданию наиболее благоприятных условий для работы опорных конструкций.

Для зданий круглого или эллиптического плана наилучшей и почти единственной формой опорной конструкции висячего покрытия будут железобетонные или металлические кольца, лежащие на колоннах (рис. 1). Такие кольца

способны воспринимать горизонтальные составляющие цепных усилий от покрытия, локализуя их в плоскости покрытия и передавая на нижележащую конструкцию лишь вертикальные усилия. При неравномерных нагрузках на покрытие в кольце дополнительно появляются моменты.

Резюмируя рассмотрение схем опорных контурных конструкций висячих покрытий, можно отметить, что наиболее благоприятные условия для их работы создаются в замкнутых круглых кольцах, расположенных на колоннах в уровне покрытия. Такие кольца имеют наименьшие архитектурно-технологические ограничения в решениях всего здания и имеют наилучшие технико-экономические показатели. Оба эти обстоятельства обеспечили им наиболее частое применение в висячих покрытиях, особенно при больших размерах.

Из технологических соображений размеры внутренних колец висячего покрытия могут быть малыми и большими. В технической литературе покрытия, имеющие средние опорные кольца больших размеров, принято называть покрытиями с большими проемами. Наличие проемов различных размеров в основном влияет на характер распределения внешних нагрузок на покрытие. При минимальных размерах средних опорных колец нагрузка распределяется по треугольному закону. При больших размерах по трапециoidalному закону (рис. 1).

В технической литературе пока нет четкого определения для оценки размеров колец с точки зрения их влияния на работу пространственного висячего покрытия. В связи с этим будем считать, что если размер среднего кольца $r_0 = 0,05 R_0$ – меньше 5% от радиуса наружного кольца покрытия R_0 , то распределение нагрузок можно считать по треугольному закону. Здесь следует отметить, что с увеличением размера среднего кольца увеличивается его вес, который должен учитываться в виде сосредоточенной силы (массы).

В работе Л.Н.Покровского [1,2], показано, что сосредоточенную массу в динамических расчетах следует учитывать, когда сосредоточенная масса сравнима с массой всего покрытия здания.

Характер работы опорных колец зависит от взаимной связанности верхних и нижних поясов вант при различных схемах загрузки (рис. 1).

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИИЦ (Russia) = 3.939
 ESJI (KZ) = 8.771
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

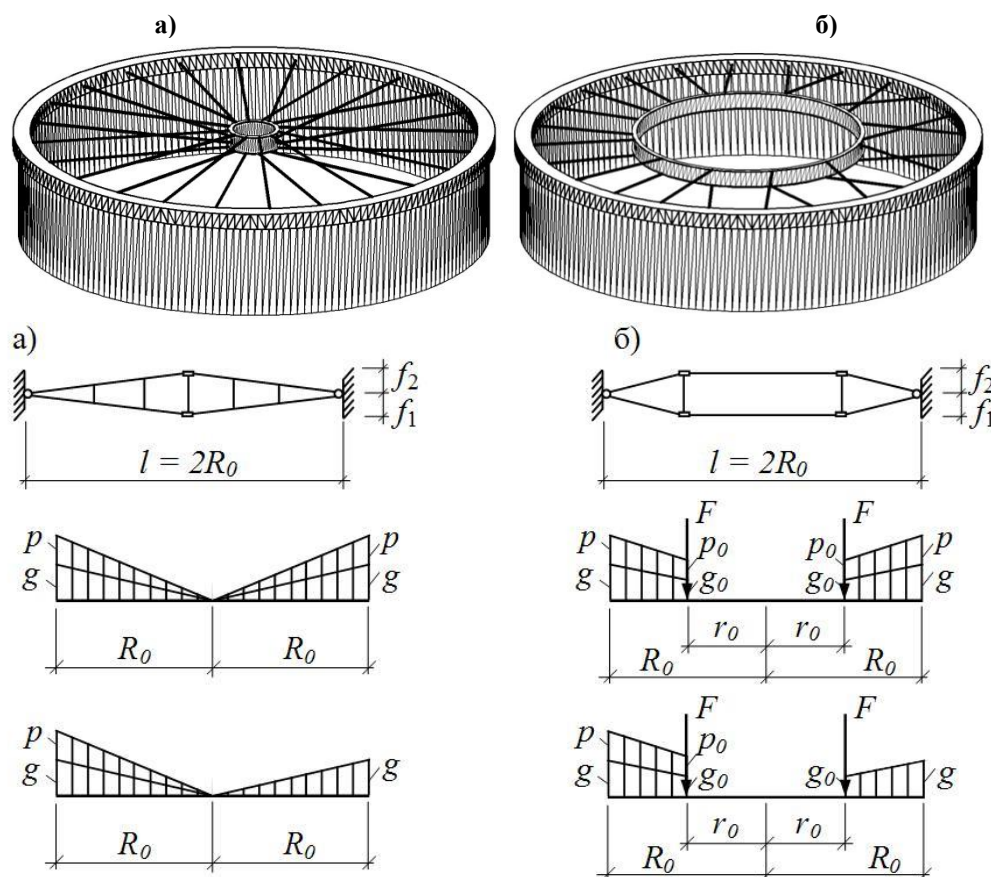


Рис. 1. Схемы загрузки двухпоясных висячих покрытий с малыми (а) и с большими (б) внутренними опорными кольцами (проемами)

При связанности верхних и нижних поясов на всем протяжении пролёта покрытия (рис. 1,а) прогибы верхних и нижних поясов будут одинаковы.

Это способствует равномерному распределению горизонтального распора от поясов вант на верхние и нижние опорные кольца. При этом стабилизация покрытия от несимметричных загрузок заметно повышается.

При связанности верхних и нижних поясов только в центральной зоне с помощью среднего двухпоясного кольца (барабана) (рис. 1 б), максимальный прогиб нижнего пояса вант будет равен прогибу нижнего пояса среднего кольца. При этом нижние пояса вант будут сосредоточенно нагружены от нагрузки, передающейся через средние кольца. Опорные средние кольца нижнего пояса и наружного кольца испытывают сосредоточенные загрузки.

Верхний пояс вант работает аналогично, горизонтальной распор передается к внутренним и наружным кольцам равномерно. При этом прогиб пояса вант в середине пролёта будет больше, чем прогиб нижнего пояса вант.

Напряженно-деформированное состояние наружных и внутренних (контуров) колец во многом зависит от характера загрузки (рис. 1,2).

В стадиях предварительного натяжения вант и равномерного нагружения покрытия опорные кольца испытывают равномерное сжатие или растяжение от усилий (распоров) вант. В двухпоясных вантовых системах от усилий вант верхний пояс внутреннего кольца испытывает сжатие, нижний пояс этого кольца испытывает растяжение. При этом от усилий вант в сложном напряженно-деформированном состоянии оказывается наружное кольцо покрытия. От усилия верхнего пояса вант наружное кольцо испытывает растяжение, от усилия нижнего пояса вант испытывает сжатие. Причем через один вант усилие растяжения и сжатия чередуются равномерно. Это создает благоприятные условия работы наружного опорного кольца.

В процессе натяжения вант, перехода от монтажных состояний в эксплуатационную и в эксплуатационных стадиях от перегрузки отдельных участков висячих покрытий, могут произойти обрывы одной или нескольких вант,

Impact Factor:

ISRA (India)	= 6.317	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 1.582	ПИИЦ (Russia)	= 3.939	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.771	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 7.184	OAJI (USA)	= 0.350

могут также отказаться анкерные крепления (рис. 2 г-е).

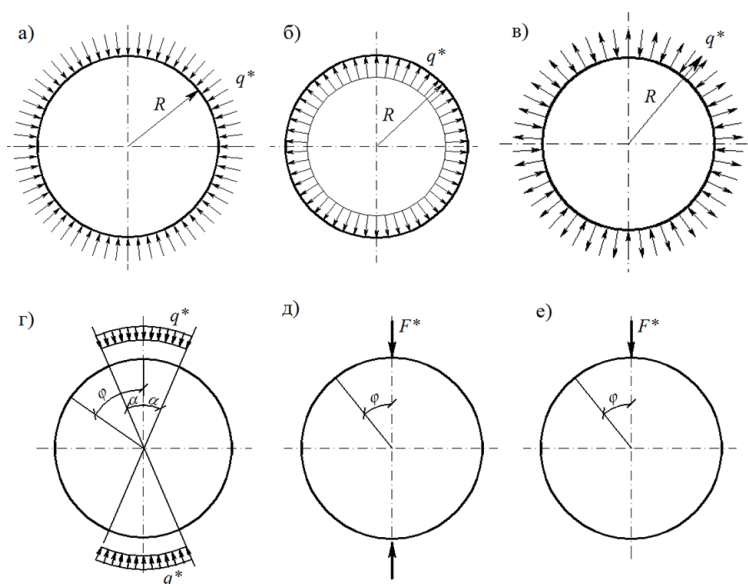


Рис. 2. Схема усилий от ванты в одно и двухъярусных кольцах при равномерно-распределенных сжимающих (а), растягивающих (б), сжимающих и растягивающих (в) локальных (г) и с осредоточенных (д,е) воздействиях.

В этом случае от внезапных усилий вант в невыгоднейшем случае отказывают контурные кольца висячих покрытий. Также при односторонних или локальных загрузках висячего покрытия в невыгоднейшем состоянии могут оказаться отдельные участки контурного кольца. Для предотвращения этих явлений контурные кольца исследуются, выявляются причины недопустимых деформированных состояний отдельных участков и будут разрабатываться специальные расчетные и конструктивные мероприятия.

Выбор сеток вантовых систем из условия благоприятных статических работ контурных колец

Из применяемых вантовых сеток можно сопоставить работу радиальной и перекрестной сеток. Принципиальное различие в работе этих сеток можно установить по благоприятному характеру работы опорных колец.

Пусть обе сетки закреплены в опорном контуре кругового очертания и имеют одинаковую стрелу провисания в центре. При действии распределенной нагрузки ванты радиальной сетки имеют поверхности вращения по кубической параболе, тогда как перекрестная сетка образует параболоид вращения второго порядка. Считая рассматриваемое положение каждой из сеток деформированным, мы вправе использовать при определении распора вант формулы для нерастяжимой нити. В радиальной системе распор одинаков:

$$H = qsR^2 / 6f \quad (1)$$

где q — интенсивность нагрузки; s — шаг вант.

В перекрестной сетке в силу свойств поверхности параболоида вращения второго порядка имеем для всех вант

$$l_i^2 / f_i = const.$$

Учитывая это равенство, получим для всех вант перекрестной сетки одну и ту же величину распора

$$H = qa(2R)^2 / 16f = qaR^2 / 4f, \quad (2)$$

где a — шаг вантовой сетки.

Вычислим теперь в единичных условиях расход материала на единицу площади каждой сетки. Приведенный расход материала составит:

$$\text{для радиальной сетки} \quad 2CqsR^3 / 6fsR = CqR^2 / 3f, \quad (3)$$

$$\text{для перекрестной сетки} \quad 2Cqa^2R^2 / 4fa^2 = CqR^2 / 2f. \quad (4)$$

Кроме того из производственных условий закрепление радиальных вант к контурным кольцам требует минимального количества анкерных креплений и снижает усилия вант, передаваемые на кольцо, в 1,5 раза

Изгибное состояние контурного кольца покрытий кругового очертания

Расчет контурного кольца вантовой системы в строгой постановке является сложной контактной задачей. Однако с достаточной точностью представляется возможным упростить

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

учет совместной работы кольца с деформируемой вантовой сеткой.

Рассмотрим особенности расчета контурного кольца радиальной вантовой системы, как при плоской, так и при пространственной деформации.

Для оптимального состояния вантовой системы, когда контурное кольцо безмоментно, будет рассматриваться задача устойчивости; для других состояний – задача расчета на сжатие с изгибом.

Дифференциальные уравнения изгиба контурного кольца. Выберем начало оси координат. Обозначим изгибающий момент и поперечную силу, действующие в плоскости кольца, через M_1 и Q_1 то же, из плоскости – через M_2 и Q_2 , крутящий момент и продольную силу – соответственно через M_{12} и N .

Выделив бесконечно малый элемент кольца длиной ds , составим уравнения равновесия его в деформированном состоянии:

$$\begin{cases} Q_1' + \frac{N}{\rho_1} + q_n = 0, \\ N' - \frac{Q_1}{\rho_1} + q_t = 0, \\ M' - Q_1 = 0; \end{cases} \begin{cases} Q_2' + \frac{N}{\rho_2} + q_n = 0, \\ M_2' + \frac{M_{12}}{\rho_1} - Q_2 = 0, \\ M_{12}' - \frac{M_2}{\rho_1} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Здесь q_n , q_t , q_b – компоненты внешней погонной нагрузки контурного кольца; ρ_1 , и ρ_2 – радиусы кривизны деформированной оси, а

которые выражаются через приращения кривизн, χ_1 и χ_2 следующим образом:

$$\rho_1 = \frac{1}{\frac{1}{\rho} + \chi_1} \approx \rho(1 - \chi_1\rho), \quad \rho_2 = \frac{1}{\chi_2}.$$

Геометрические соотношения, связывающие линейные и угловые перемещения с деформациями, имеют вид:

$$\begin{aligned} w' &= \frac{u}{\rho}, \quad \theta_y = u' + \frac{w}{\rho}, \quad \chi_1 = \theta_y, \quad \theta_x = v' + \frac{w}{\rho}, \\ \chi_1 &= \theta_x + \frac{\theta_z}{\rho}, \quad \tau = \theta_x' + \frac{\theta_z}{\rho} \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь u , v и w – компоненты перемещения оси кольца вдоль x , y и z ;

θ_x , θ_y и θ_z – углы поворота относительно тех же осей; τ – угол кручения.

Зависимость внутренних усилий кольца от деформаций вант имеет для стержни малой кривизны такой же вид, как для прямоугольного стержня:

$$\begin{aligned} M_1 &= -EJ_1\chi_1 = -A\chi_1; \\ M_2 &= -EJ_2\chi_2 = -B\chi_2; \\ M_{12} &= -GJ_d\tau = -C\tau, \end{aligned} \quad (7)$$

где $C = -GJ_d$ – жесткость стержня при кручении.

Отметим, что при достаточно большой гибкости и частом расположении колонн их влияние на работу кольца в своей плоскости также сводится к введению упругого основания винклеровского типа.

References:

- (1974). *Rekomendacii po proektirovaniu visjachih pokrytij*. (p.76). Moscow: Strojizdat.
- Ivovich, V.A., & Pokrovskij, L.N. (1989). *Dinamicheskij raschet visjachih sistem*. [Tekst]. (p.312). Moscow: Strojizdat.
- Razzakov, S.R., Fridman, G.S., Razzakov, N.S., & Ahmadijorov, U.S. (2013). O raschete predvaritel'no naprjazhennyh dvuhpojasnyh radial'nyh vantovyh pokrytij pri simmetrichnyh i odnostronnyh zagruzenijah. [Tekst]. Raschet i proektirovanie metallicheskih konstrukcij. (pp.165-170). Moscow: MGSU.
- Kuznecov, Je.N. (1963). Radial'nye vantovye sistemy. [Tekst]. Moscow: Strojizdat, 1963.-121 s.
- Khudoynazarov, Kh., & Yaxshiboyev, Sh.R. (2020). *The Mathematical Model of Transverse Vibrations of the Three-Layer Plate*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 614 012062. DOI: 10.1088/1755-1315/614/1/012062.
- Yaxshiboyev, Sh. R. (2020). Chetlari sharnirli mahkamlangan elastik plastinkaning antisimmetrik tebranishlari. *Me'morchilik va qurilish muammolari*. 2020. №1.2-qism, pp.106-109.
- Jahshiboev, Sh.R. (n.d.). Antisimmetrichnye kolebanija trehslojnoj, poperechnyj sharnirno-opertaja plastiny. *Eurasian journal of academic research*. (pp.20-28). Retrieved from <https://in-academy.uz/index.php/ejar/article/view/12607>