



Н. М. Кирсанов

ВИСЯЧИЕ  
СИСТЕМЫ  
ПОВЫШЕННОЙ  
ЖЕСТКОСТИ



МОСКВА  
СТРОЙИЗДАТ  
1973

Научный редактор инж. *К. М. Дорожкина*

**Кирсанов Н. М.** Висячие системы повышенной жесткости. М., Стройиздат, 1973, 116 с.

В книге излагаются компоновка и канонический способ расчета висячих комбинированных систем с учетом геометрической нелинейности на ЭЦВМ. Приведены формулы линейного расчета, осуществление которого возможно с помощью настольных клавишных машин.

Большое внимание уделено способам увеличения жесткости висячих систем и экономичным проектным решениям нового вида конструкций — большепролетных покрытий промышленных зданий с подвесным крановым оборудованием.

Книга предназначена для инженеров-проектировщиков, научных работников и студентов старших курсов строительных специальностей.

Табл. 4, илл. 48, список лит.: 72 назв.

© Стройиздат, 1973 г.

К  $\frac{0325-526}{047(01)-73}$  86-73

## ПРЕДИСЛОВИЕ

За последнее время в Советском Союзе построено немало общественных зданий с висячими и вантовыми покрытиями различных конструктивных схем; среди них — сетчатые седловидные покрытия, однопоясные цилиндрического очертания, двухпоясные типа «велосипедное колесо» и др. Применение висячих покрытий открывает широкие возможности для создания сооружений разнообразных форм, несущие элементы которых экономичны по затрате металла, индустриальны в изготовлении и монтаже.

Высокие строительные и эксплуатационные качества пространственных вантовых систем и висячих оболочек проявились также при использовании их для производственных зданий без кранового оборудования. К таким сооружениям относятся гараж в Красноярске, шламбассейн в Еманжелинске.

Однако по технологическим соображениям на производствах, размещающихся в большепролетных зданиях, нередко требуется устройство подвесного транспорта — таковы самолетостроительные заводы, ангары-мастерские, универсальные цехи, предназначенные для выпуска крупногабаритной продукции, склады. Обсуждаются возможности возведения большепролетных покрытий также для зданий металлургического цикла с легким подвесным крановым оборудованием, как, например, трубопрокатные цехи, волочильное производство.

Этим требованиям отвечают комбинированные висячие системы, которые состоят из вантовых ферм, передающих усилия на пилоны и анкеры, и из элементов, работающих на изгиб под действием местной нагрузки и таким образом распределяющих нагрузку между узлами.

Примером использования комбинированных висячих конструкций для каркаса промышленного здания может служить покрытие бумажной фабрики в Мантуе (Италия) пролетом 163 м и шириной 30 м (арх. П. Нерви). Для обеспечения свободной планировки технологического процесса основные несущие элементы типа висячего моста расположены в продольном направлении. При высоте балки жесткости 1,5 м прогибы покрытия от расчетной снеговой нагрузки 100 кгс/м<sup>2</sup> составили  $\frac{1}{1400}$  пролета.

В г. Эверетт (США) вантовые конструкции рассматривались как варианты каркаса самолетосборочного цеха пролетом 91 м, площадью 240 тыс. м<sup>2</sup> с подвесными кранами грузоподъемностью 27 т. Представляет интерес проект универсального промышленного зда-

ния с вантовым покрытием и подвесными кранами до 5 т. Шаг колонн принят здесь 24 и 48 м, балки жесткости железобетонные, разрезные, пролетом 12 м подвешены к вантам диаметром 47—52 мм. Монтаж покрытия должен проводиться на нулевой отметке и подъем осуществляться гидравлическими домкратами с последующим закреплением тросов на несущих колоннах. Крыша предусмотрена плоская. Расход металла 25,6 кг/м<sup>2</sup>, приведенная толщина бетона 14,5 см, стоимость снижена на 20% по сравнению с конструкциями покрытия по фермам.

В 1970 г. во Франкфурте-на-Майне (ФРГ) сдан в эксплуатацию ангар пролетом 270 м для ремонта самолетов. Основная поперечная конструкция ангара состоит из двухпролетных нитей (2 × 135 м) со стрелами  $1/12$  пролета, опирающихся в середине покрытия на продольную разделительную балку пролетом 100 м. Здание оборудовано подвесными кранами грузоподъемностью 7,5 т. Отмечается, что предельный прогиб конструкции от кранового оборудования принят 150 мм на 10 м длины ( $1/660$ ).

В СССР большой опыт возведения комбинированных висячих конструкций накоплен при строительстве висячих мостов малых и средних пролетов. В последние десятилетия этот опыт обогатился сооружением большого числа воздушных переходов газопроводов, которые в ряде случаев используются для местного автомобильного сообщения. Строят также большепролетные пешеходные мосты, по которым предусматривается движение одиночных легковых автомобилей.

Для перечисленных сооружений существенное значение имеет временная сосредоточенная нагрузка, которая, как известно, вызывает большие местные прогибы висячей конструкции. Поэтому при выборе основной схемы сооружения необходимо обращать особое внимание на способы обеспечения его жесткости при любом положении временной нагрузки в пролете.

В предлагаемой работе рассматриваются вопросы компоновки и нелинейного расчета висячих комбинированных конструкций, осуществляемых в виде гибкой нити с балкой жесткости или в виде схем, в которых применены различные меры, направленные на повышение жесткости висячей конструкции, включая использование вантовых ферм. Все эти конструкции, отличающиеся от обычной схемы «нить — балка», носят название «висячие системы повышенной жесткости».