

ИЗГИБАЕМЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ, УСИЛЕННЫЕ ПОВЫШЕНИЕМ СТЕПЕНИ ВНУТРЕННЕЙ СТАТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛИМОСТИ

Н. В. КЛУНДУК

Белорусско-Российский университет

Усиление железобетонных изгибаемых конструкций эксплуатируемых строительных сооружений повышением степени внутренней статической неопределенности осуществляется путем устройства затяжек, распорок, шпренгелей, шарнирно-стержневых цепей и т. д. Совместная работа дополнительных элементов с усиливаемой конструкцией, в отличие от методов усиления путем увеличения поперечного сечения, обеспечивается не по всей длине конструкции, а закреплением по ее концам отдельных ее участков. Для расчета напряженно-деформированного состояния железобетонного элемента, усиленного повышением степени внутренней статической неопределенности, необходимо рассматривать деформационную модель сечения усиливаемой части и деформационную модель всей системы, которая будет отличаться в зависимости от принятого метода усиления.

При обеспечении совместной работы дополнительной арматуры с усиливаемой конструкцией только закреплением ее по концам с помощью анкерных устройств, без сцепления ее в пролете с бетоном изгибаемой конструкции, дополнительная арматура размещается снаружи конструкции и выполняет роль затяжки, горизонтальной или шпренгельной.

Шпренгельные затяжки увеличивают несущую способность изгибаемого элемента как по нормальным, так и по наклонным сечениям. Устройство затяжек превращает усиленную конструкцию в статически неопределимую комбинированную систему, состоящую из железобетонного элемента и затяжки. При этом изгибаемая усиливаемая конструкция начинает работать как внецентренно сжатый элемент. Затяжки выполняют в основном из арматурных стержней диаметром 12–40 мм, реже – из прокатных профилей.

Для включения дополнительной арматуры в виде затяжек в работу предусматривается ее предварительное напряжение с обязательным контролем величины натяжения. Предварительное напряжение затяжек осуществляется завинчиванием гаек по концам затяжки или созданием уклона ветвей затяжек в горизонтальной или вертикальной плоскости. В случае малой ширины поперечного сечения или большой длины усиливаемой изгибаемой конструкции, когда расстояния между ветвями затяжки недостаточно для придания им требуемого уклона в горизонтальной плоскости, применяется их взаимное стягивание несколькими стяжными болтами. Для предотвращения сближения ветвей затяжки при их натяжении взаимным стягиванием в местах перегиба между затяжкой и усиливаемой конструкцией устанавливаются прокладки из пластины и круглого коротыша с ограничителями. Для усиления растянутой зоны большепролетных конструкций затяжки могут состоять из отдельных стержней, поперечные сечения которых уменьшаются от середины пролета к опорам в соответствии с эпюрой моментов. Концы затяжек закрепляются на анкерных устройствах в виде швеллеров, приклеенных к конструкции. С помощью стяжных болтов стержни затяжки напрягаются. При усилении растянутой зоны сборных многопустотных плит перекрытия дополнительная арматура в виде затяжек может располагаться внутри пустот. Анкеровка затяжек по концам обеспечивается стальными анкерами в виде уголка на верхней грани плит или обетонированием концов затяжек.

При усилении затяжками в железобетонных изгибаемых элементах могут возникнуть отрицательные изгибающие моменты от предварительного напряжения в затяжке. В этом случае необходимо выполнять проверку прочности на стадии усиления на действие усилия предварительного обжатия, при этом необходимо учитывать воздействие постоянных нагрузок на конструкцию в момент устройства затяжек.

УДК 528.5 – 531.7:624.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ КАРКАСОВ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Г. М. КУЗЁМКИНА, А. О. ШИМАНОВСКИЙ, Ю. М. ПЛЕСКАЧЕВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта

Вследствие недостаточной виброизоляции при установке виброактивного оборудования на конструкции производственного здания передаются периодические и импульсные нагрузки, которые могут приводить к колебаниям с большой амплитудой и, как следствие, к напряжениям, превышающим предел прочности мате-

риала. Ранее нами установлено, что вводя в конструкцию рамного каркаса дополнительные затяжки, можно сместить частоты собственных колебаний конструкции так, чтобы уйти от резонанса. В представленной работе поставлена задача установить влияние адаптирующих затяжек на вынужденные колебания каркасов зданий.

Конечноэлементное моделирование вынужденных колебаний выполнено с учетом действия вынуждающих сил, изменяющихся по гармоническому закону. Анализ зависимостей максимальных амплитуд колебаний и напряжений в конструкции рамы от частоты вынуждающей силы показал, что вследствие внутреннего трения существенный рост амплитуд колебаний и эквивалентных напряжений наблюдается только при частотах 2 и 4 Гц, т. е. при низших частотах собственных колебаний рамы. Следовательно, при эксплуатации конструкции может возникнуть необходимость отстройки от резонансов лишь на двух указанных частотах. Проведенные расчеты показали, что изменением диаметров затяжек достигается смещение резонансных областей, вместе с тем появляются условия для безопасной работы конструкции. Поэтому предложенные способы настройки конструкции на нерезонансную работу с помощью адаптирующих затяжек будут вполне эффективными.

Кроме того, выполнен анализ вынужденных колебаний стоечно-балочной конструкции каркаса производственного здания под действием аналогичной гармонической вынуждающей силы. В результате расчетов определены зависимости амплитуд колебаний конструкции от частоты вынуждающей силы для разных точек ее приложения.

Установлено, что амплитуды вертикальных колебаний на порядок больше горизонтальных, причем для разных элементов конструкции максимальные амплитуды наблюдаются при разных частотах. Отметим, что при частотах колебаний, больших 20 Гц, амплитуды колебаний оказываются весьма незначительными.

Введение затяжки в конструкцию со стоечно-балочным каркасом изменяет амплитудно-частотные характеристики. Анализ выполненных расчетов для различных точек приложения вынуждающей силы показал, что по-прежнему амплитуды вертикальных колебаний каркаса оказываются на порядок больше амплитуд горизонтальных колебаний. При этом наибольшие амплитуды колебаний имеют место в средней точке моста подкрановой балки. Наиболее неблагоприятные условия для эксплуатации рассмотренной конструкции возникают при частотах вынуждающих сил от 4 до 12 Гц. Введение затяжки незначительно изменяет амплитуды колебаний конструкции. Следовательно, для стоечно-балочного каркаса необходимо применение иных схем, позволяющих регулировать колебания конструкции.

Таким образом, результаты исследований показывают, что введением дополнительных связей и изменением их параметров можно осуществлять уход от резонансных состояний производственных зданий с рамным каркасом. Изменяя динамические характеристики таких каркасов, можно обеспечить надежность, безопасность и долговечность их использования в зданиях промышленного, сельскохозяйственного и транспортного назначения при наличии виброактивного оборудования.

УДК 539.374

РЕЗОНАНСНЫЕ НАГРУЖЕНИЯ ТРЁХСЛОЙНОГО СТЕРЖНЯ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Д. В. ЛЕОНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта

Ранее в работах был изучен статический изгиб слоистых конструкций на упругом основании. Здесь рассматриваются колебания трёхслойного стержня на безынерционном основании под действием резонансных нагрузок.

Для изотропных несущих слоёв приняты гипотезы Бернулли, в жёстком заполнителе справедливы точные соотношения теории упругости с линейной аппроксимацией перемещений его точек от поперечной координаты z . Материалы несущих слоёв несжимаемы в поперечном направлении, в заполнителе учитывается обжатие. Деформации малые.

Система координат x, y, z связывается со срединной плоскостью заполнителя. Распределенная поверхностная нагрузка $q(x, t)$ действует перпендикулярно внешней плоскости первого слоя. На нижнюю поверхность второго несущего слоя действует реакция упругого основания $q_r(x, t)$. Через $w_k(x, t)$ и $u_k(x, t)$ обозначены прогибы и продольные перемещения срединных поверхностей несущих слоёв.

Уравнения движения трёхслойного стержня следуют из принципа Лагранжа с учетом работы сил инерции.