

20. Патент № 96050 Україна. Радіальний донний дисковий розсіювач / С.М. Епоян, Ю.І. Штонда, О.Л. Зубко, І.Ю. Штонда (Україна), - а 201001008. Заявл. 01. 02. 2010. Опубл. 26.09. 2011. Бюл. № 18.
21. Епоян С.М. Интенсификация работы сооружений биологической очистки на канализационных очистных сооружениях г. Алушты / С.М. Эпоян, Ю.И. Штонда // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХТОВ АБУ, 2009. - Вип. 53. – С. 227-231.
22. А.с. № 947090 СССР. Установка для обезвоживания бытовых и производственных сточных вод / Н.С. Болотских, Б.Д. Тиховидов, Т.В. Иванова, А.В. Лопин, Е.Б. Клейн, Н.А. Пасечник. 2980668 / 23-26. Заявл. 11.07.81. Опубл. 30.07.82. Бюл. № 28.
23. А.с. 1742229 СССР. Иловая площадка / Е.В. Двинских, Л.Р. Курдюкова, С.М. Эпоян, А.М. Есин, Е.Б.Клейн. 4756973/26. Заявл. 31.07.89. Опубл. 23.06.92. Бюл. № 23.
24. Болотских Н.С. Промышленные испытания системы интенсификации обезвоживания иловых площадок сточных вод / Н.С. Болотских, С.М. Эпоян, В.Е. Сорокина, В.П. Иванов, Е.Б. Клейн, В.В. Булгаков // Экологія, технологія, економіка водопостачання і каналізація (ЕТЕВК - 2003): міжнар. конгр., 27-31 травня 2003р., м. Ялта: зб. допов. – Ялта, 2003. – С. 225-227.
25. Эпоян С.М. Производственные исследования по интенсификации водоотбора с иловых площадок очистных сооружений канализации / С.М. Эпоян, А.С. Карагяур, В.Е.Сорокина, Е.Н. Орлова, И.В. Коринько, О.В. Степанов // Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очищення природних і стічних вод: міжнар. наук. практ. конф., 6-10 квітня 2009 р., м. Миргород: матер. конф. – К.: Товариство "Знання" України, 2009. – Т.1. – С. 71-74.
26. Патент № 96873 Україна. Модульна установка локального дренажу для видалення мулової води з мулових майданчиків / С.М. Епоян, І.В. Коринько, О.В. Степанов, Ю.Б. Клейн. а 201008698. Заявл. 12.07.2010. Опубл. 12.12.2011. Бюл. № 23.
27. Патент № 35281А Україна. Спосіб механічного зневоднення осаду / С.М. Епоян, В.М. Лукашенко, Ю.Б. Клейн, В.В. Булгаков, Т.С. Айрапетян. а 99095134. Заявл. 16.09.1999. Опубл. 15.03.2001. Бюл. № 2.
28. Эпоян С.М. Применение эластичного пенополиуретана для очистки жиросодержащих сточных вод мясомолочной промышленности / С.М. Эпоян, С.В. Лукашенко // Науковий вісник будівництва.– Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1999.– Вип.6.–С.148-151
29. Пантелят Г.С. Замкнена система оборотного водопостачання коксохімічних підприємств / Г.С. Пантелят, С.М. Епоян, В.Г. Слепцов, О.С. Лісогор // Збірник наукових розробок ХДТУБА. – Харків: ТОВ "ТО Ексклюзив", 2005. – С. 45-46.
30. Эпоян С.М. Очистка сточных вод гальванических и травильных отделений методом тонкослойного отстаивания / С.М. Эпоян, А.А. Сыроватский, С. В. Лукашенко, А.Б. Ефремов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2007. – Вип. 40. – С. 151-154.

УДК 624.074

Бабаев В.Н., Шмуклер В.С., Стоянов Е.Г., Лугченко Е.И., Хаинсон Ю.А.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

УСТАНОВЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (АЧХ) НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

1. Общая часть. Целью данной работы являлось экспериментально – теоретическое исследование особенностей деформирования несущих конструкций здания цеха сахарного завода. Указанная цель

предопределена длительностью срока эксплуатации, и как следствие, частичным исчерпанием конструктивного ресурса данного сооружения, деструкциями, внесенными при выполнении реконструкций и ремонтов, а также спецификой имеющих

место статических и динамических воздействий на элементы несущего остова. Результатом перечисленного явился повышенный уровень колебаний каркаса здания.

На территории сахарного завода расположены несколько корпусов разных лет постройки. Наиболее проблемным в рамках настоящего исследования явился корпус постройки ~ 1900 г. Корпус представляет собой здание размерами в плане 84x24м, имеющее несущие наружные кирпичные стены и внутренний стальной каркас. Высота здания до низа стропильных ферм 17,3 м. Внутренний каркас представляет собой трёхъярусную четырехпролетную стальную этажерку в осях 2-6 (рис. 1), одноэтажную балочную клетку в осях 1-2 на отм. +2.500м и одноэтажную балочную клетку в осях 6-21 на отм. +5.600 м.

Колонны каркаса выполнены сквозными из стальных двутавров №№ 20...40, соединенных планками. Часть колонн в зоне небольших нагрузок (в осях 10-21) клепаные.

Покрытие здания выполнено из сборных железобетонных плит 1,5x6 м по

стальным фермам пролетом 24 м.

На уровне верхнего яруса этажерки на отм. +11.000 м имелось железобетонное перекрытие, которое во время реконструкции было необоснованно демонтировано в осях 1-2, лишив наружную торцевую стену горизонтальной промежуточной опоры. После демонтажа перекрытия остались только три стальные балки для подвески тельфера.

В результате комплексного визуального и инструментального обследования здания в целом и его конструктивных элементов (при неработающем оборудовании) отмечается следующее:

- несущие стены здания по осям А и Д не имеют видимых дефектов;
- в торцевой стене по оси 1 имеют место локальные разрушения в простенках между оконными проемами. На внутренней части стены разрушена кладка под опорами стальных балок на отм. +11,000м. Здесь для уменьшения нагрузки на простенки в оконные проемы вставлены стальные рамы, на которые передается часть нагрузки от балок перекрытия этажерки;

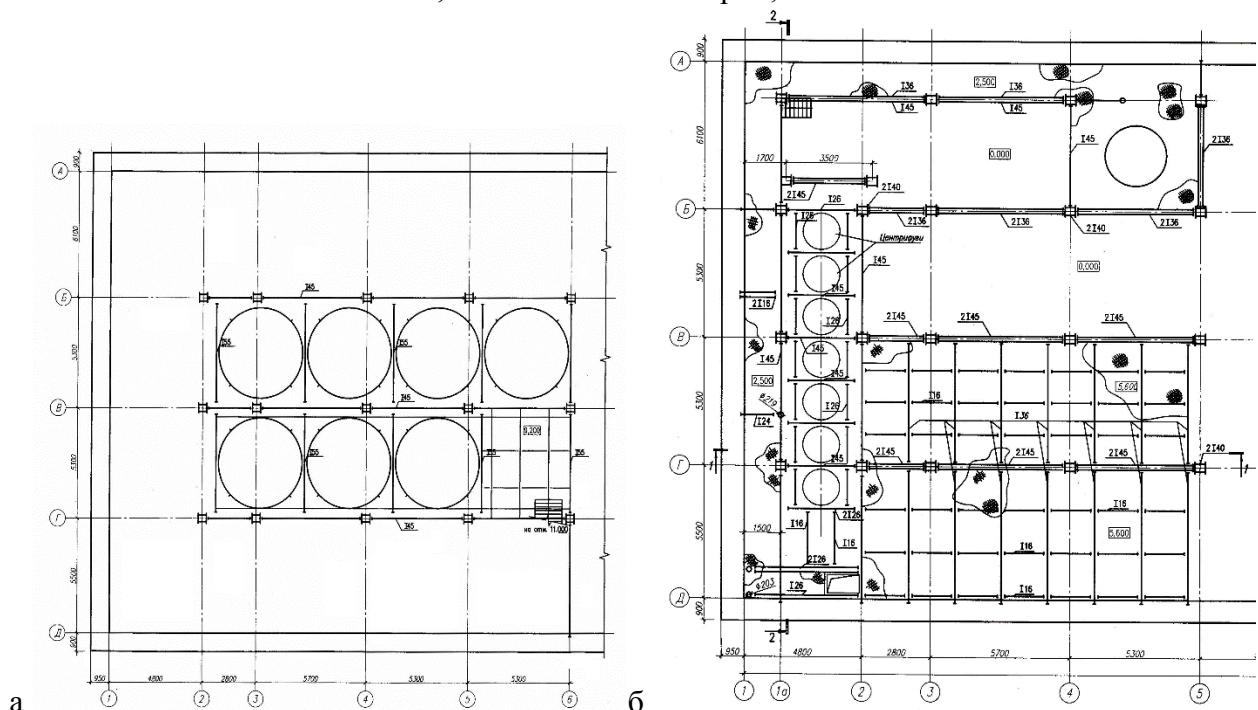


Рис. 1. Фрагменты плана корпуса А в осях 1-6 – А-Д на отм. +9.200 м (а) и +2.500 м и +5.600 м (б)

• при отсутствии горизонтальной опоры в верхней части стены по оси 1 появились вертикальные трещины в местах

примыкания к продольным стенам по осям А и Д; эти трещины явились результатом недостаточной прочности кирпичной

БУДІВНИЦТВО

кладки от действия ветровой нагрузки, при которой для местности типа III в стене толщиной 55 см напряжения в кладке от изгиба по перевязанному сечению составляют 0,38 МПа, превышая расчетное сопротивление кладки $f_{xk2} = 0,25$ МПа (ДБН В.2.6-162:2010);

- плиты покрытия в результате постоянного замокания имеют разрушения защитного слоя бетона, оголенную и достаточно сильно прокорродировавшую арматуру;

- связи по покрытию имеют повышенную гибкость;

- некоторые стержни стропильных ферм непрямолинейны, т.е. имеют погибы. Допустимо предположить, что сжатые стержни ферм могли потерять устойчивость из-за перегрузки покрытия в процессе эксплуатации;

- стальной каркас не имел связей ни по поперечным, ни по продольным осям корпуса.

Отмечается, что при работающем оборудовании наибольшие статические и динамические нагрузки сосредоточены в этажерке в осях 1а-6 – Б-Д. Так, в осях 1-2-Б-Д на отм. + 2.500 м расположены семь центрифуг (рис. 2), каждая из которых имеет наружный диаметр $d = 1,5$ м., полный вес 25,6 кН и скорость вращения ротора $n = 100$ об/мин и создает динамическую нагрузку с коэффициентом надежности $\gamma_f = 4$ [1]. Нагрузка от центрифуг передается на продольные двутавровые балки № 45 через опертые на несущие колонны поперечные балки, выполненные из двутавровых профилей № 40 и № 45.



Рис. 2. Центрифуги в осях «1-2»

В осях 2-6 – Б-Г установлены семь вакуумаппаратов типа ВАЦ600 (рис. 3).



Рис. 3. Вакуумаппараты. Общий вид

Каждый из вакуумаппаратов характеризуется собственным весом, равным 257 кН и может иметь в рабочем состоянии содержимое (утфель) в объеме 300...600 кН. Нагрузка от вакуумаппаратов передается на продольные (по осям Б, В, Г) и поперечные балки каркаса этажерки на отм. +11.000 м. Габаритные размеры вакуумаппаратов: наружный диаметр 4,5 м, высота 9,0 м, создаваемый вакуум для подъема утфеля 0.095 МПа. Динамическая нагрузка от вакуумаппаратов создается за счет вращения утфеля и движения его по спирали сверху вниз.

Кроме указанного оборудования, имеющего наибольшее динамическое влияние, имеется целый ряд электродвигателей, приводов транспортерных лент, роликов, лотков и другого относительно мелкого оборудования. Все движущиеся части машин и механизмов имеют скорость вращения, не превышающую 200 об/мин.

К элементам каркаса на разных отметках закреплены или подвешены различные механизмы, трубопроводы и др. оборудование.

При работающем оборудовании имела место общая вибрация каркаса здания, передающаяся на наружные стены. Наибольшие опасения, при этом, вызывала вибрация стены по оси 1, как уже имеющей локальные повреждения.

Основываясь на анализе принципа действия аналогичных вакуумаппаратов, можно предположить, что при отсутствии высоких скоростей движения утфеля, вакуумаппараты не могут быть источником

динамической нагрузки, которая приводит к общей вибрации здания.

Что же касается центрифуг, то в соответствии с табл. 9 СНиП 2.02.05-87, даже в случае принятия диаметра ротора равным диаметру аппарата, получим коэффициент динамичности $\mu=(n/1000)^2 \cdot d = 0,015$ [1]. Если, в запас, умножить на μ полный вес центрифуги, то получим нормативное значение горизонтальной динамической нагрузки 0,45 кН. Очевидно, что расчет на динамические нагрузки при таких значениях часто лишен смысла.

Анализируя причины общей вибрации здания, можно сделать вывод, что динамическое влияние на поведение здания оказывают динамические характеристики каркаса и полезные нагрузки на перекрытиях.

Динамическая нагрузка представляет собой широкополосную нагрузку типа «белого шума». Наряду с широкополосной нагрузкой на несущие конструкции каркаса передается нагрузка в виде динамического момента, действующего относительно оси вращения внутренних лопастей вакуумаппаратов. Регулярные нагрузки проявляются, в основном, на двух частотах: на частоте f_z , зависящей от частоты вращения барабана (об/мин.) и типа передачи вращения, а также частоте $2f_0$, где f_0 – частота вращения опорного ролика (об/мин). Широкополосная нагрузка проявляется на частотах собственных колебаний несущих конструкций [1].

Обозначенные особенности оборудования являются поводом для построения динамической модели каркаса, служащей основой соответствующего расчета, определяющего поведение рассматриваемой системы при действии упомянутых возмущений.

2. Теоретическая модель. Модель здания строилась в конечно-элементной форме (рис. 4). При этом был принят ряд допущений:

- расчетная схема – пространственная, в которой колонны и балки аппроксимируются конечными элементами стержней общего положения, а железобетонные плиты – конечными элементами оболочки нулевой гауссовой кривизны;

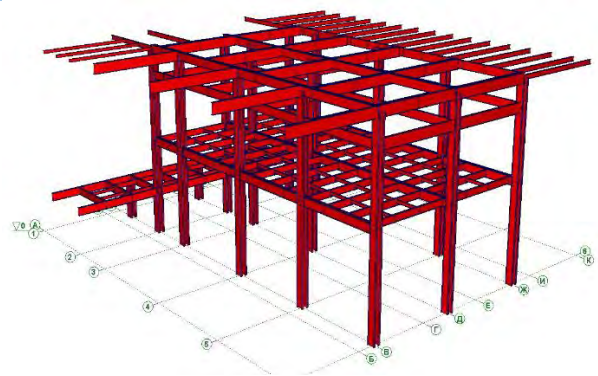


Рис. 4. Расчетная схема каркаса в осях 1-6

- в местах опирания балок на стену, последняя служит опорой только в своей плоскости (для уменьшения размерности матрицы жесткость стены из плоскости полагается равной нулю. Данное обстоятельство является следствием несоизмеримо большей жесткости стен в своей плоскости по отношению к жесткости из плоскости стального каркаса).

- стальной настил перекрытия не образует диска перекрытия, жесткого в своей плоскости.

- рассматриваются два вида аппаратов, которые опираются на каркас и могут теоретически служить источниками динамической нагрузки: вакуум-аппараты и центрифуги.

3. Численные исследования. Динамический расчет выполнялся в среде SCAD, версия 11.3 при следующих режимах загрузки:

1 – все семь вакуумаппаратов загружены на 50%;

2 – все семь вакуумаппаратов загружены на 100%.

3 – все семь вакуумаппаратов загружены на 100% и все центрифуги также загружены на 100% ;

В результате определялись частоты и периоды собственных колебаний фрагмента каркаса в осях 1а-6-А-Д по первым двенадцати формам для вариантов:

- отсутствия связей по колоннам каркаса в обоих направлениях;

- при рекомендуемой расстановке связей (рис. 17), реализующей применение метода управления напряженно-деформируемым состоянием (НДС) конструкции [3].

Результаты расчета иллюстрируются информацией, приведенной на рисунках

5-16 и в таблицах 1-3 (рассмотрен вариант максимального нагружения).

Таблица 1 – Каркас без жестких узлов, с опиранием на стены. Загрузка аппаратов 50%

Загружение	№ формы колебаний	Собственное значение	частоты		периоды
			1/С	Гц	С
1	1	0,852867	1,172514	0,186611	5,358725
	2	0,368836	2,711227	0,431505	2,317468
	3	0,360785	2,771732	0,441134	2,26688
	4	0,228264	4,380889	0,69724	1,434226
	5	0,196984	5,076531	0,807955	1,237692
	6	0,176911	5,652536	0,899629	1,111569
	7	0,146727	6,815359	1,084698	0,921915
	8	0,129868	7,700078	1,225505	0,815989
	9	0,125732	7,95342	1,265826	0,789997
	10	0,101727	9,830217	1,564527	0,63917
	11	0,0946857	10,56125	1,680875	0,594928
	12	0,0796545	12,5542	1,998064	0,500484

Таблица 2 – Каркас без жестких узлов, с опиранием на стены. Загрузка аппаратов 100%

Загружение	№ формы колебаний	Собственное значение	частоты		периоды
			1/С	Гц	С
2	1	1,167806	0,856306	0,136285	7,337541
	2	0,499482	2,002071	0,318639	3,138342
	3	0,36079	2,771693	0,441128	2,266911
	4	0,310641	3,219146	0,512343	1,951817
	5	0,266844	3,747498	0,596432	1,676634
	6	0,176911	5,652529	0,899628	1,11157
	7	0,173723	5,75629	0,916142	1,091533
	8	0,149288	6,698443	1,06609	0,938006
	9	0,145469	6,874308	1,09408	0,914009
	10	0,12838	7,789259	1,239699	0,806647
	11	0,127329	7,853668	1,24995	0,800031
	12	0,105878	9,44478	9,44478	0,665254

Таблица 3 – Каркас с дополнительными связями, без опирания на стену по оси 1.

Загрузка аппаратов 100%

Загружение	№ формы колебаний	Собственное значение	Частоты		Периоды
			1/С	Гц	С
3	1	0,121497	8,230611	1,309942	0,763392
	2	0,0944349	10,58929	1,685338	0,593352
	3	0,0802921	12,45451	1,982198	0,50449
	4	0,0675261	14,80908	2,356939	0,424279
	5	0,0615135	16,25657	2,587313	0,386501
	6	0,0585474	17,08017	2,718394	0,367864
	7	0,055286	18,08775	2,878756	0,347372
	8	0,055171	18,12544	2,884753	0,34665
	9	0,0490991	20,36694	3,2415	0,308499
	10	0,046398	21,55263	3,430209	0,285455
	11	0,0454316	22,01107	3,503171	0,285455
	12	0,0409051	24,44678	3,890827	0,257014

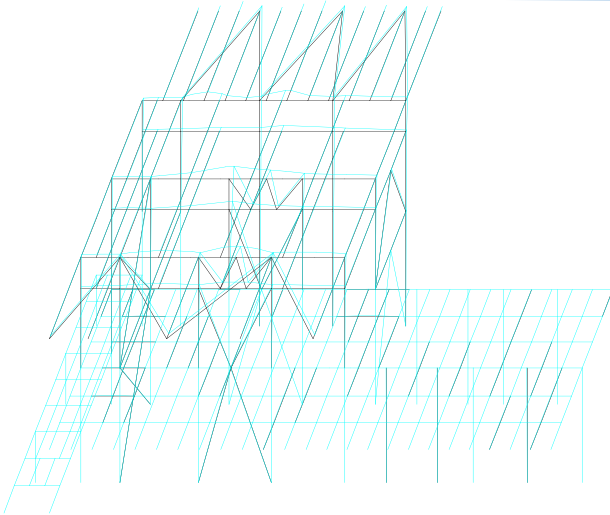


Рис. 5. Деформированная схема. Первая форма колебаний. Период $T = 0,763$ сек.

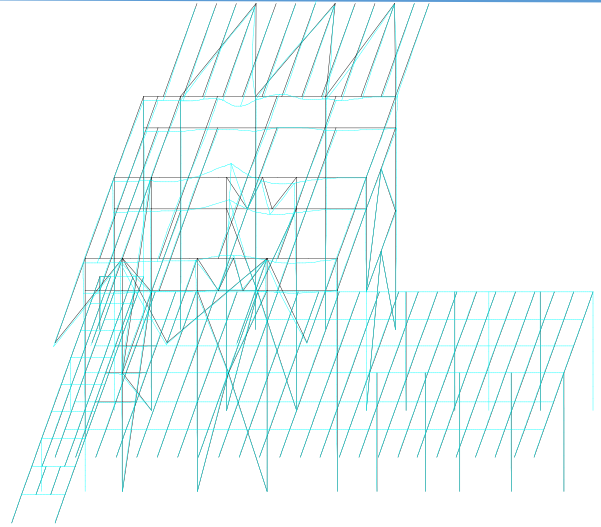


Рис. 8. Деформированная схема. Четвертая форма колебаний. Период $T = 0,424$ сек.

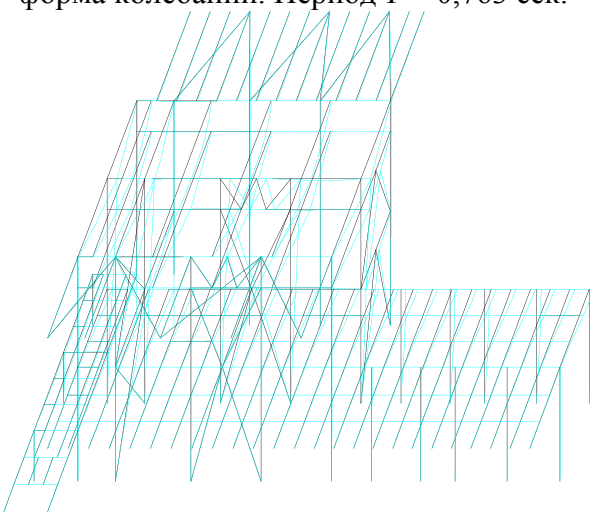


Рис. 6. Деформированная схема. Вторая форма колебаний. Период $T = 0,593$ сек.

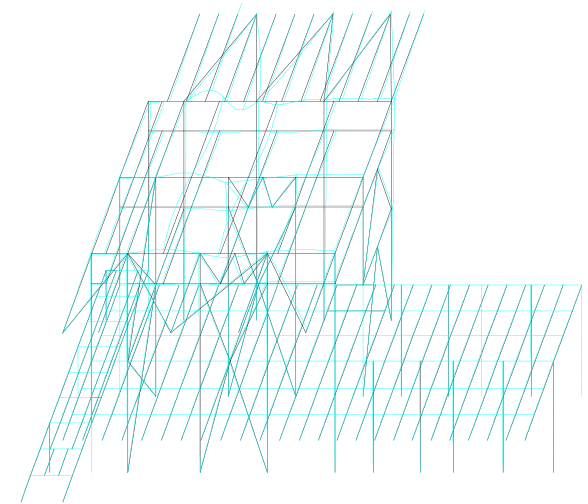


Рис. 9. Деформированная схема. Пятая форма колебаний. Период $T = 0,386$ сек.

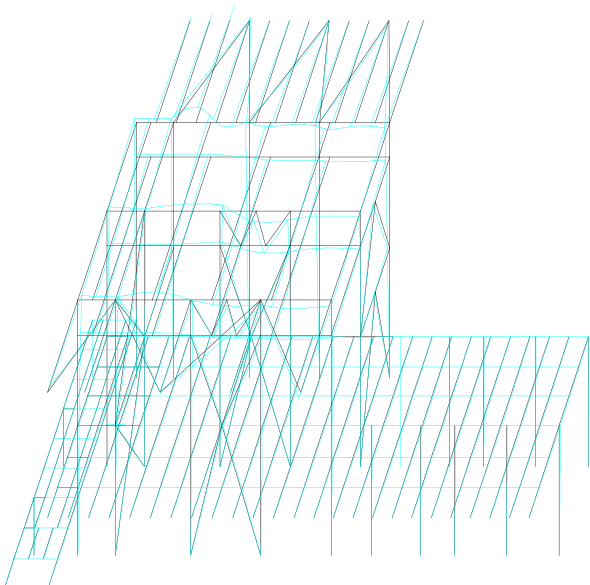


Рис. 7. Деформированная схем а. Третья форма колебаний. Период $T = 0,504$ сек.

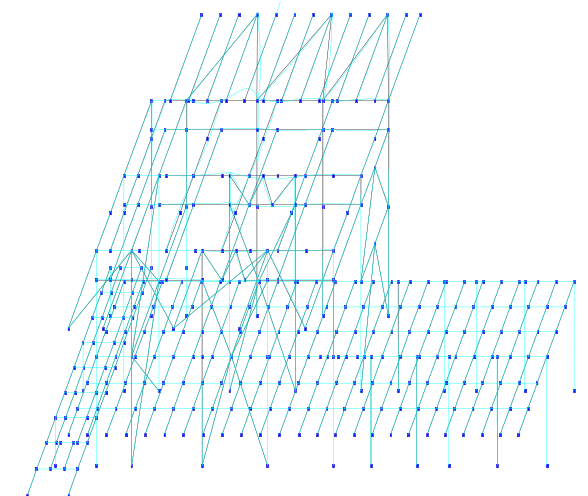


Рис. 10. Деформированная схема. Шестая форма колебаний. Период $T = 0,368$ сек.

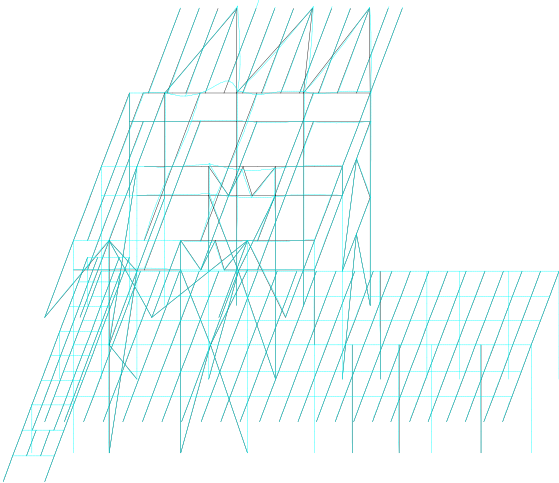


Рис. 11. Деформированная схема. Седьмая форма колебаний. Период $T = 0,347$ сек.

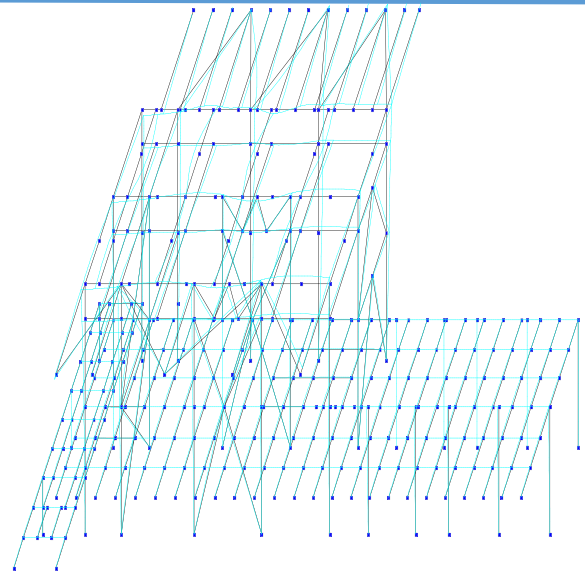


Рис. 14. Деформированная схема. Десятая форма колебаний. Период $T = 0,292$ сек.

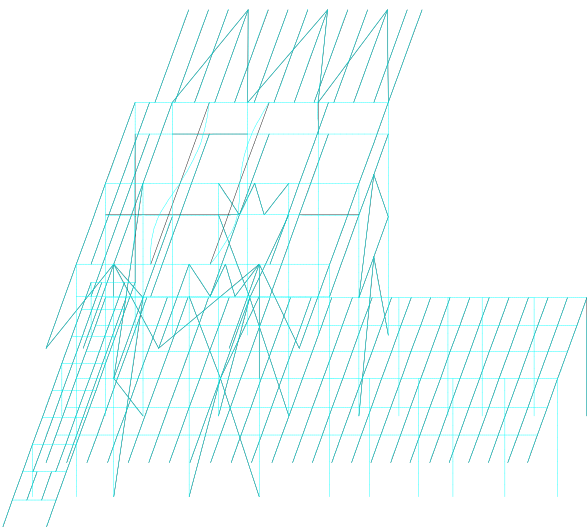


Рис. 12. Деформированная схема. Восьмая форма колебаний. Период $T = 0,329$ сек.

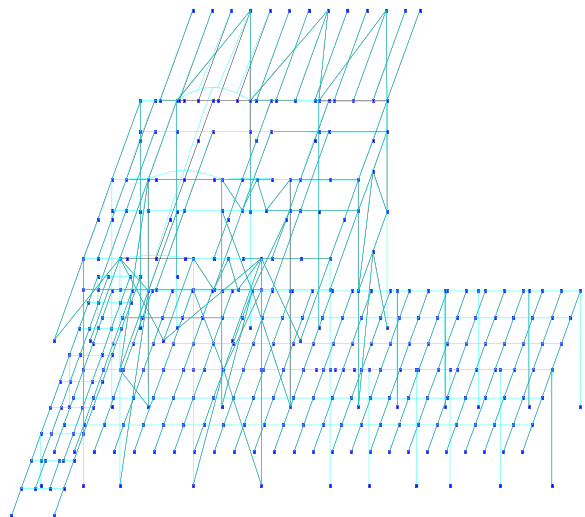


Рис. 15. Деформированная схема. Одиннадцатая форма колебаний. Период $T = 0,285$ сек.

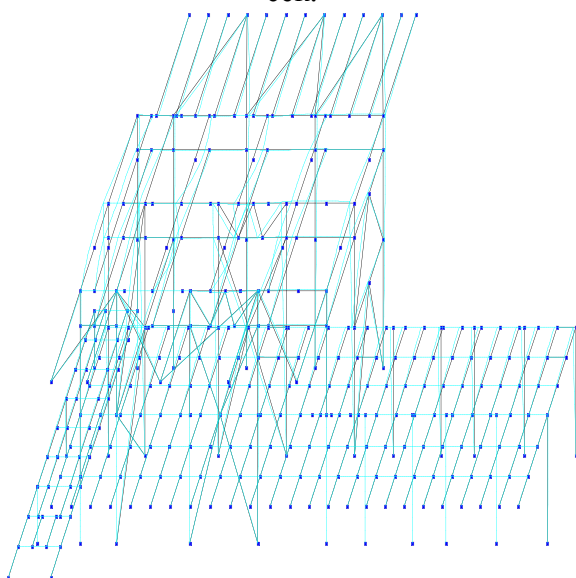


Рис. 13. Деформированная схема. Девятая форма колебаний. Период $T = 0,308$ сек.

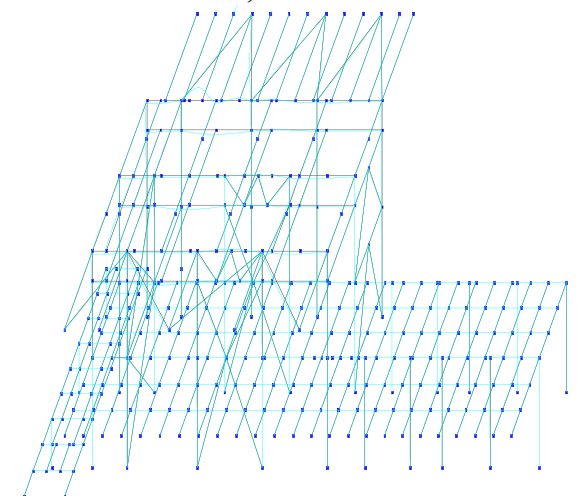


Рис. 16. Деформированная схема. Двенадцатая форма колебаний. Период $T = 0,257$ сек.

4. Результат расчетов. Анализ полученных результатов и их сопоставление для неусиленного и усиленного вариантов каркаса позволяют сделать следующие выводы:

- в расчетной схеме приняты шарнирные сопряжения элементов и опирание балок на стену. При этом, жесткость каркаса исключительно низкая: период первой формы колебаний превышает 7 с.;

- динамическая составляющая нагрузки от центрифуг практически не влияет на перемещения каркаса (что вполне ожидаемо ввиду малости веса центрифуг по сравнению с весом вакуумаппаратов). Различие в периоде колебаний, по первой форме при учете либо неучете центрифуг, составляет 10^{-6} с.;

- при уменьшении уровня загрузки вакуумаппаратов со 100% до 50%, период первой формы колебаний уменьшается на 27%.;

- при заделке стальных балок в стену (т.е. на опорах исключены перемещения по всем трем направлениям), период первой формы колебаний уменьшается в 3.24 раза;

- учет, либо неучет работы части каркаса в осях «6-20», слабо влияет на динамические характеристики каркаса в осях «1-6». При расчете только фрагмента в осях «1-11», период колебаний по первой форме изменяется всего на 4,4;

- установка горизонтальных связей в плоскости перекрытия на отм. 11.000 м повышает частоту собственных колебаний в 1,59 раза;

- установка вертикальных связей в этажерке в осях Г-В-2-6 повышает частоту колебаний еще в 1,84 раза, т.е. уменьшает период первой формы колебаний до величины 0,746 с.;

- при устранении опирания балок каркаса на стену по оси «1» на отм. 11.000м период колебаний увеличится незначительно – до величины 0,763 с.

Таким образом, определено, что каркас имеет низкую жесткость (в том числе динамическую). Для повышения динамической жесткости каркаса рекомендовано установить вертикальные элементы жесткости как в продольном, так и в попереч-

ном направлениях. Кроме того, рекомендовано повысить жесткость в плоскости перекрытий.

Анализ влияния различных вариантов опирания несущих балок каркаса при различных режимах нагружения, представленных для 12 форм колебаний (от 0.763 с до 0,257 с) показывает, что ни одна из этих форм колебаний не соответствует собственным колебаниям площадки на отм. 2.500 м, где установлены центрифуги. Таким образом, можно считать, что, несмотря на то, что вторая собственная частота совпадает с частотой вращения центрифуг (0.6 с), их работа не должна вызывать резонансных явлений, сопровождающихся ростом амплитуд колебаний каркаса.

5. Рекомендации по усилению здания. С учетом сделанных выводов были разработаны рекомендации по восстановлению несущей способности элементов здания и уменьшению влияния колебаний. В соответствии с ними было предложено следующее:

1. Установить вертикальные связи по колоннам каркаса под вакуумаппаратами в осях «2-6»-«В-Г», в двух направлениях. Рекомендуемый тип связей – полураскосные, с восходящими раскосами к середине существующих главных и второстепенных балок. Сечения связей принять исходя из предельной гибкости $\lambda_{lim} = 180$. При существующей структуре каркаса рекомендовано выполнить связи из швеллеров №12, сваренных «в коробочку» или из трубы 120x5 по ДСТУ Б В.2.6-8-95 (ГОСТ 30245-94). Места установки вертикальных связей и их конструкция определены технологической возможностью и представлены на рис. 17.

2. Для обеспечения работы перекрытий как жестких в своей плоскости дисков следует надежно приварить листы стального настила к балкам и установить горизонтальные связи между ними.

3. Для устранения отрицательного воздействия на стену по оси «1» балок каркаса, к которым крепится монорельс тельфера, следует «отделить» их от стены и опереть их на подкосы, прикрепленные к колоннам каркаса (рис. 18).

4. Для обеспечения прочности кладки

БУДІВНИЦТВО

в вертикальных швах в верхней части стены рекомендована установка горизонтальных связей-распорок между стеной и первой от края стропильной фермой на уровне нижнего пояса фермы. При этом предложено использование существующей стяжки стены из швеллерного профиля №18 на уровне нижнего пояса стропильных ферм (рис. 19).

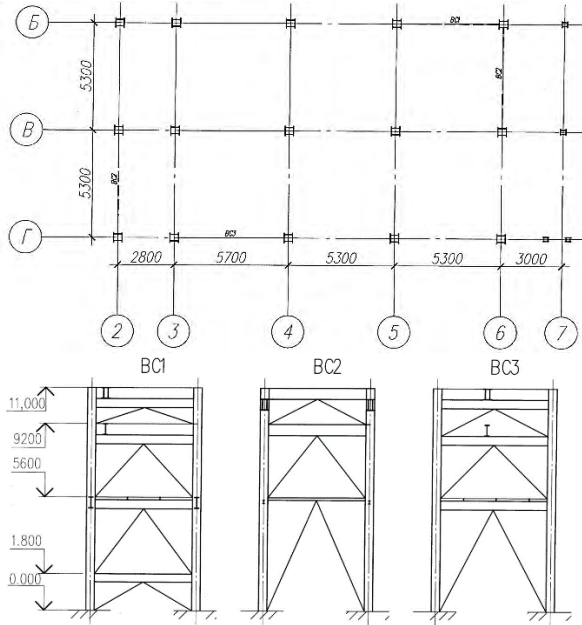


Рис. 17. Места установки вертикальных связей и их конструкция

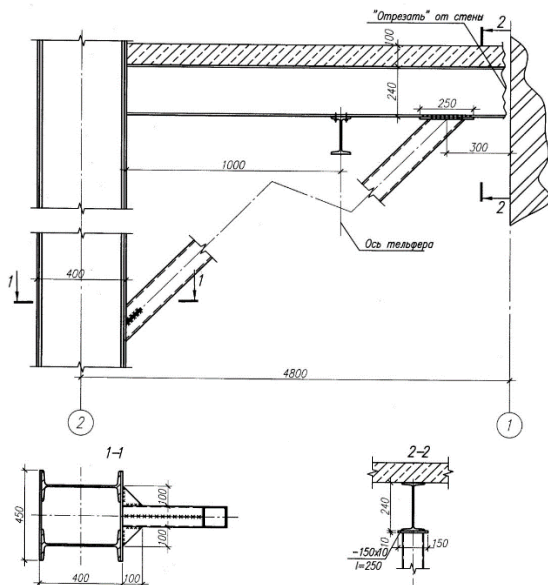


Рис. 18. Установка подкосов в осях 1-2

5. Выполнить ремонт дефектных участков кирпичной кладки. Разрушенную кладку в осях Г-1 следует переложить, используя современный технический раствор для ремонта, укрепления и

достраивания кирпичных несущих конструкций (например, KERABUILD COLABLE или церезитовый раствор). Существующие трещины в стене следует очистить от остатков старого раствора и кирпичной крошки и заполнить раствором KERABUILD BETON FLY для инъекций.

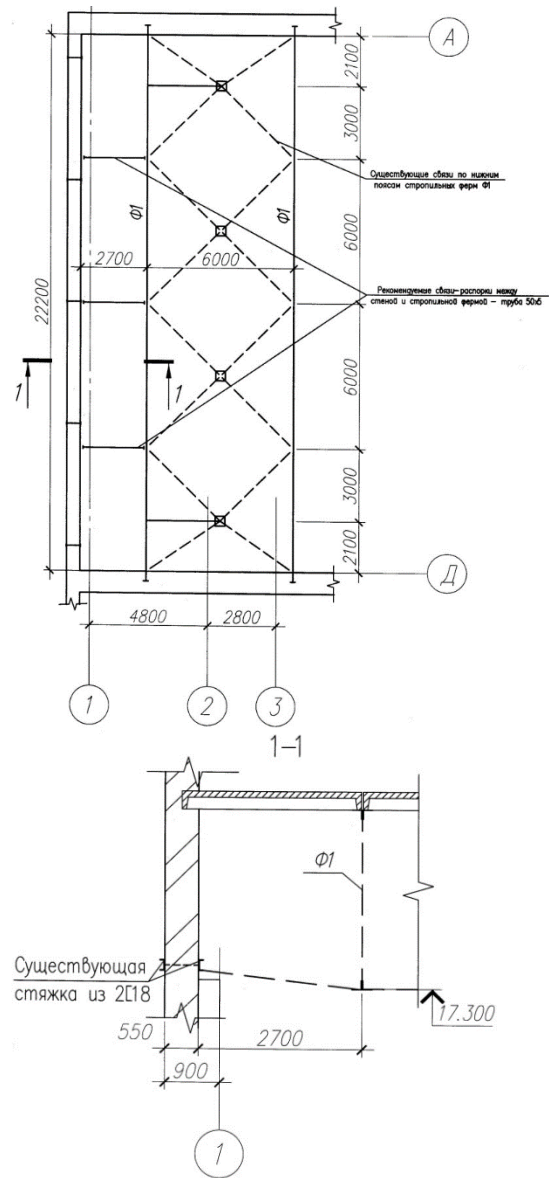


Рис. 19. Рекомендуемая установка связей-распорок в осях 1-2 на отм. 17.300

6. Заменить горизонтальные связи по нижнему поясу стропильных ферм. Принять сечение связей не менее двух уголков 80x6 расположенных крестообразно или выполнить связи из трубы сечением не менее 100x5.

7. Заменить в стропильных фермах стойки, имеющие отклонения от вертикали. Сечение стоек должно быть не менее

двух уголков 75x5.

8. Рекомендуются выполнить комплексный ремонт покрытия (замена железобетонных плит покрытия на современные плиты-сэндвичи или на профилированный настил), обеспечив водоотведение с кровли, для исключения замокания стен здания.

Практически все рекомендации были реализованы в течение летнего периода 2014 г. После выполнения перечисленных работ конструкция здания был возвращен необходимый жесткостной ресурс и комфортный режим работы без недопустимых вибраций.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Динамический расчет зданий и сооружений. Справочник проектировщика. – М. : Стройиздат, 1984. – 303 с.
2. Городецкий А. С. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций / А. С. Городецкий, В. С. Шмуклер, А. В. Бондарев. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2003. – 889 с.
3. Шмуклер В. С. Каркасные системы облегченного типа / В. С. Шмуклер, Ю. А. Климов, Н. П. Бурак. – Харьков : Золотые страницы, 2008. – С. 336.

УДК 628.147.25

Гончаренко Д.Ф., Алейникова А.И.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

Паболков В.В.

КП «Харьковводоканал»

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ТРУБ ДЛЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ВОДОВОДАХ

Введение. В современных условиях экологическая безопасность строительства и эксплуатации инженерных коммуникаций во многом способствует устойчивому развитию городов и поселений. Снижение затрат на оборудование и эксплуатацию, сокращение времени на монтаж и ремонт, повышение надёжности и долговечности – необходимые требования к конструктивным решениям водопроводных систем. В данном аспекте особый интерес представляют магистральные водоводы, которые являются распределительно-транспортирующими трубопроводами водоснабжения большого диаметра, обеспечивающими подачу воды к насосным станциям, а также к городским водопроводным магистралям для дальнейшего

её распределения непосредственно к потребителям [1].

Целью данного исследования является теоретическое обоснование выбора материала труб для ремонта и восстановления магистральных водоводов.

Результаты исследования. В современных условиях исследования в области применения труб и запорно-регулирующей арматуры постоянно прогрессируют, внедряются новые методы проектирования, производства и монтажа трубопроводных систем. Различают нагнетательные и самотечные водоводы, магистральные и водораспределительные (табл. 1) [1]. Основными материалами являются сталь, чугун, стеклопластик, железобетон, полиэтилен (табл. 2).