

Рис. 1.

Наносят шкалу следующим образом. Установим нивелир на середине между ближайшей точкой нивелирного хода и вертикальным сооружением, на которое хотят нанести шкалу, отмечают его горизонтальной чертой. Можно присвоить величине горизонта инструмента удобное значение для дальнейшего вычисления отметок, а разницу от действительной высоты перевести в условную систему высот. Затем к этой черте прикладывают трафарет так, чтобы отсчёт в сантиметрах и миллиметрах по трафарету был равен таким же соответствующим цифрам в величине горизонта инструмента. Далее делают деления трафарета и подписывают цифры нужных дециметровых делений шкалы.

Например, $ГИ=10.820$. Значит отметка предполагаемого нулевого отсчёта нанесённой шкалы равна 10.000 . Если после очередной установки нивелира отсчёт по шкале оказался равным 800 мм, то $ГИ=10.800$. К примеру задан проектный отсчёт по рейке a при выносе в натуру точки с отметкой $H_{\text{проект}}=10.200$, тогда нужный отсчёт по рейке $a_{\text{пр}}=10.800-10.200=0.500$ м. Таким образом, всё вычисления сводятся к одному действию.

Литература

1. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам. М., Недра, 1980г.

ОБСЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ, РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПО УСИЛЕНИЮ ФУНДАМЕНТОВ ПОД УСТАНОВКУ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ БЦЗ В Г. КОСТЮКОВИЧИ

Арестович А.И., Астахов Э.И., Босаков С.В., Кудин В.В., Ермашов В.П.

Объект исследования - фундаменты под установку обеспыливания отходящих газов от вращающейся печи и сырьевых мельниц. Установка состоит из дымососа и

электродвигателя и предназначена для вывода очищенных газов в атмосферу. Температура газов на входе в дымовую трубу около 130°C.

Дымососы с приводными электродвигателями смонтированы на монолитных железобетонных раздельностоящих фундаментах. Бетон класса В15. Вращающиеся части установки, которые создают динамическую нагрузку - это роторы электродвигателя и дымососа (рис. 1).

После нескольких месяцев эксплуатации произошло разрушение фундаментов в местах заделки анкерных болтов, соединяющих подшипники и улитку дымососов с фундаментами.

Руководствл завода обратилось в БГПА и БелНИИС с просьбой обследовать состояние фундаментов, разработать методы и средства по усилению фундаментов и выяснить причины, повлекшие их разрушение. На момент обследования оказалось, что соответствующие службы завода уже проводили восстановительные работы. Таким образом, первоначальная картина разрушений отсутствовала.

Поэтому были приняты следующие направления поисков причин разрушения.

1. Возможность резонанса.
2. Несоосность роторов и несбалансированность вращающихся частей.
3. Истощение несущей способности анкеров по местному сжатию и откалыванию бетона.
4. Посторонние источники вибрации.
5. Пульсация воздуха в патрубках и, как следствие, вибрация фундаментов.
6. Динамические нагрузки при отрыве прилипшей пыли с лопастей крыльчатки.

Остановимся на первых трех направлениях, которые в действительности вызвали разрушение фундаментов.

1. Возможность резонанса.

Проверки на резонанс выполнялись на комплексе "Ли́ра-ГК". Гибкие части фундамента рассчитывались как оболочка нулевой кривизны и тонкая пластинка (рис. 2). Граничные условия для краев пластинки и оболочки принимались шарнирными и жестко заделанными. Эти расчеты по двум расчетным схемам позволили установить границы изменения частот собственных колебаний гибких частей фундамента. Для основной частоты оболочки получено, рад/сек $86.56 < W_1 < 104.81$

пластинки, рад/сек $79.18 < W_1 < 143.89$.

Колебания, соответствующие основной частоте, происходят в направлении оси ОУ.

Таким образом, данные динамических расчетов показали, что основные частоты собственных колебаний гибких частей фундаментов находятся в зоне резонанса. Рабочая частота электродвигателя 741 об/мин, или 77.6 рад/сек. При динамических расчетах других частей фундаментов, явление резонанса не получено.

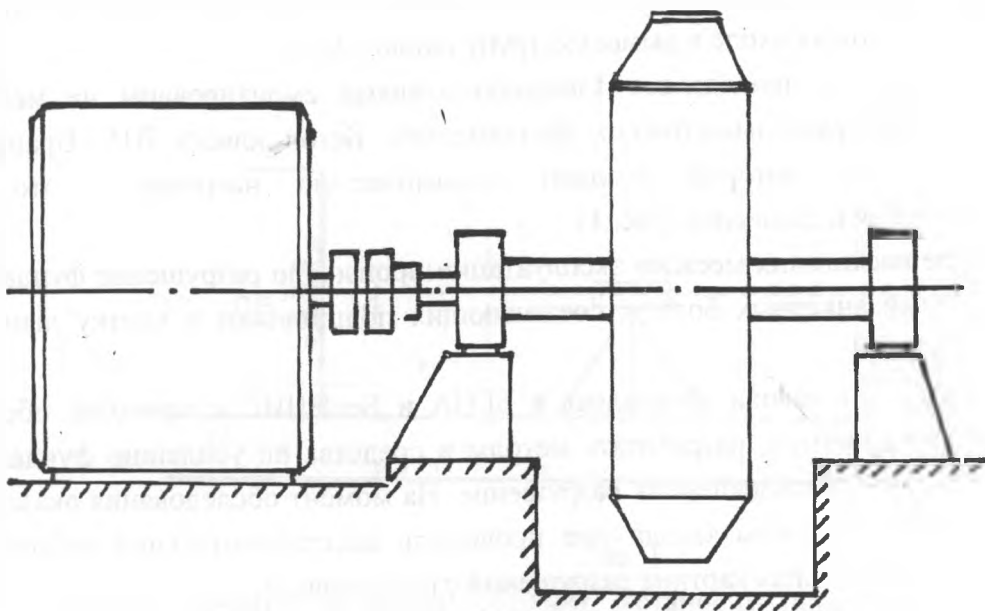


Рис. 1

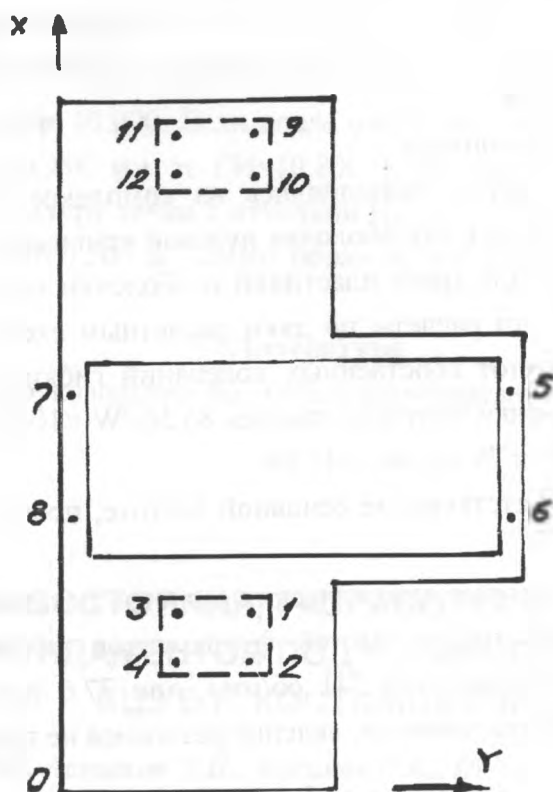


Рис. 2

2. Исследование несоосности роторов и несбалансированности вращающихся частей.

Измерения вибраций проводились в трех направлениях: по оси ОХ (горизонтальная ось ротора дымососа и электродвигателя); по оси ОZ (вертикальная) и ОУ (горизонтальная поперечная) (рис. 1). Точки измерения брались на верхней части фундамента возле анкерных болтов оборудования, на нижней части фундаментов, на кожухах дымососа, корпусах механического оборудования, фундаментах близко расположенного оборудования и на трубе.

Виброизмерения проводились в два этапа. На первом этапе выявлены наиболее интенсивные источники вибрации, их частотный диапазон и степень передачи на фундаменты дымососов от внешних источников. Результаты показали, что амплитуды виброперемещений на опорах подшипников разрушенных фундаментов в 2-5 раз превышают предельно допустимые по СНиПу 2-19-79 "Нормы проектирования. Фундаменты машин с динамическими нагрузками". Наибольшее значение виброскоростей получены в полосе частот 16 Гц, куда входит основная частота вращения 741 об/мин. Это говорит о том, что основным источником вибраций являются вращающиеся части электродвигателя и дымососа.

На втором этапе виброизмерения проводились после статического уравнивания роторов дымососов, центровки валов. Амплитуды колебаний во всех точках измерения стали меньше допустимых, что подтвердило предварительную гипотезу о необходимости уравнивания роторов дымососов и центровки валов двигателя и ротора дымососа.

3. Проверка несущей способности анкеров по местному сжатию и откалыванию бетона.

Виброизмерения позволили определить величины амплитуд динамических усилий, которые передавались от оборудования на анкерные болты. Для этого использовалась динамическая модель машинного агрегата дымососа (рис. 3) и дифференциальные уравнения движения масс этой системы. На наиболее разрушенном фундаменте, например, горизонтальная амплитуда динамического усилия в направлении ОУ на анкерные болты подшипника составила порядка 5300-3050 кгс.

Расчет на откалывание бетона анкерным болтом (рис. 4) производился в соответствии со СНиПом по формуле $Q \leq 0.5R_b b h$, $b=2h$, где h - расстояние от края бетона до края болта в направлении действия горизонтальной силы.

Эта схема использовалась для расчета анкерного болта, расположенного в стенке прямка под улитку.

Несколько другие схемы использовались для расчета на откалывание бетона анкерным болтом под корпус подшипника, анкерным болтом в бетонном колодце. Оказалось, что наименьшей статической несущей способностью по откалыванию бетона обладали анкерные болты в бетонной стенке прямка под улитку, равной 1301 кгс и наибольшей - под подшипник - 2468 кгс.

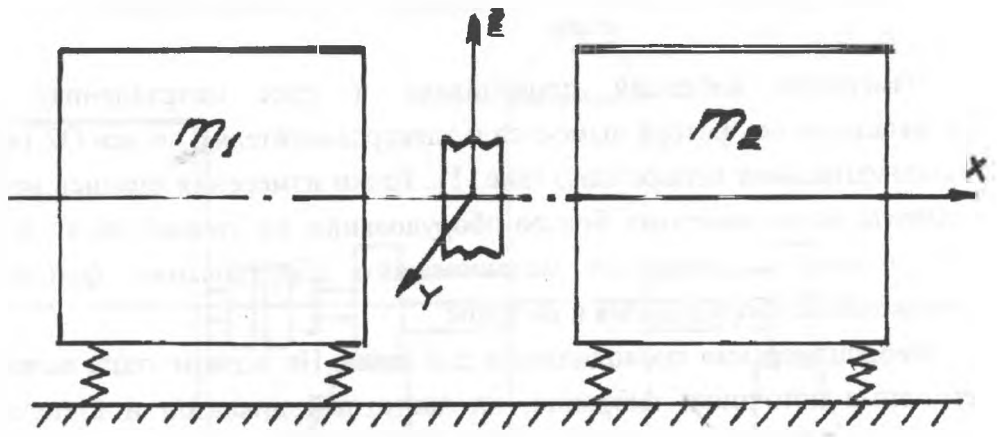


Рис. 3

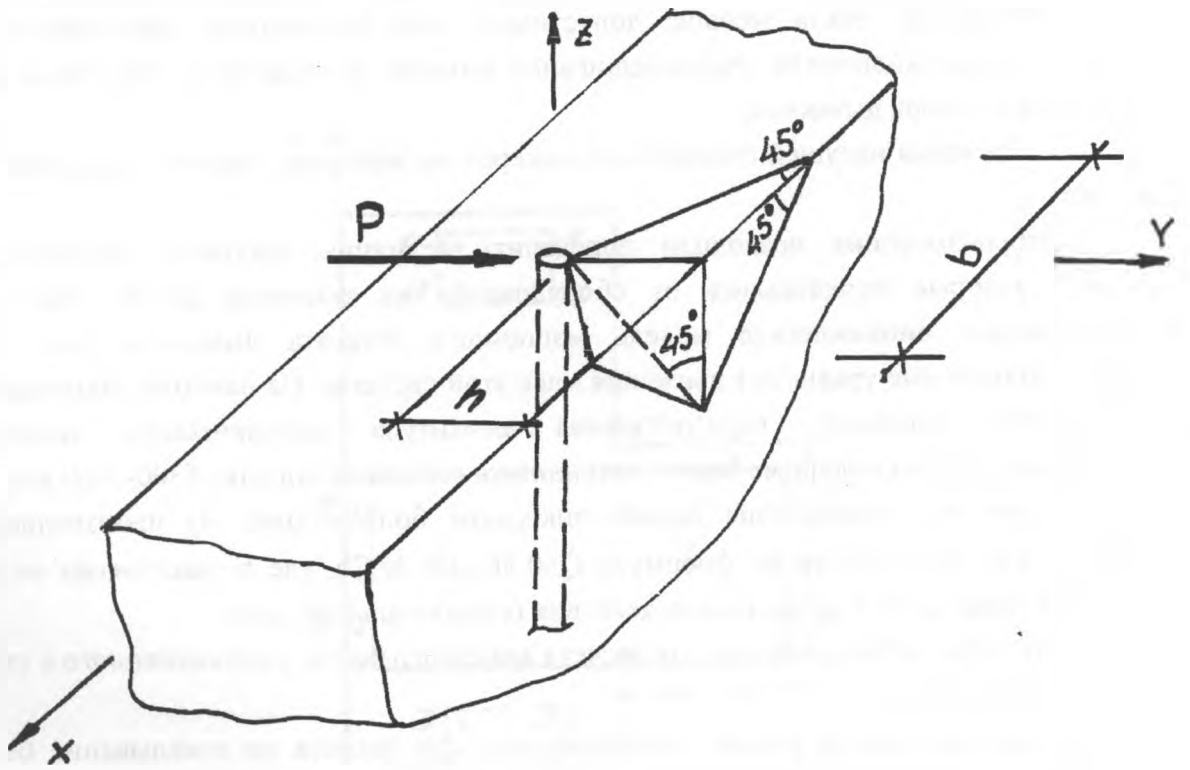


Рис. 4

Предельная горизонтальная нагрузка на анкерный болт исходя из прочности бетона на местное сжатие определялось по формуле СНиП

$$P = \psi R_{b,loc} A_{loc1}$$

$$R_{b,loc} = \varphi_b R_b, \quad \varphi_b = (A_{loc2}/A_{loc1})^{1/3},$$

где A_{loc1} - площадь смятия;

A_{loc2} - расчетная площадь смятия, определяемая по расстоянию между соседними анкерными болтами.

$\psi = 0.75$ при неравномерном распределении нагрузки на площади смятия;

$R_{b,loc}$ - расчетное сопротивление бетона смятию;

R_b - расчетное сопротивление бетона осевому сжатию при $\gamma_{b2} = 0.9$.

Эпюра контактных напряжений между бетоном и анкерным болтом имеет вид, приведенный на рис. 5. Высота площадки смятия h_{cm} определяется расстоянием от поверхности бетона до первой точки раздела граничных условий, в которой сжимающие контактные напряжения переходят с одной грани анкерного болта на другую грань. Из-за невозможности возникновения растягивающих контактных напряжений между бетоном и анкерным болтом.

Значение h_{cm} определяется из решения конструктивно нелинейной контактной задачи для вертикального стержня с заземленной вершиной изгибной жесткостью EI , длиной l , диаметром d , находящимся полунеограниченном бетоном массиве с упругими постоянными E_b, ν_b . Ввиду нелинейности решение поставленной задачи находилось итерационным путем.

Расчеты показали, что величина предельной горизонтальной нагрузки на анкерный болт из условия местного сжатия бетона оказалась выше, чем предельная нагрузка из условия откалывания бетона.

Таким образом, наибольшая величина предельной горизонтальной силы, способной статически восприниматься анкерным болтом, все же меньше амплитуды динамического усилия, приложенного к анкерному болту опоры подшипника. И поэтому при недостаточной прочности бетона на действие статической нагрузки расчет на выносливость лишен смысла.

На основании проведенных теоретических исследований, экспериментальных измерений вибраций, восстановлению и усилению разрушенных частей фундаментов.

4. Влияние посторонних источников вибрации.

Уровень вибрации на бетонном полу вокруг фундаментов оказался значительно ниже, чем на самом фундаменте. Поэтому источником вибровозбуждений фундаментов является установленное на них оборудование - электродвигатель, ротор дымососа, кожухи улитки и патрубки дымососов.

5. Возможность пульсации воздуха в патрубках и, как следствие вибрации фундаментов.

Проверка частоты колебаний кожуха улитки оказалась совпадающей с частотой работающих механизмов, а не равной частоте вращения ротора дымососа, умноженной на число лопастей крыльчатки.

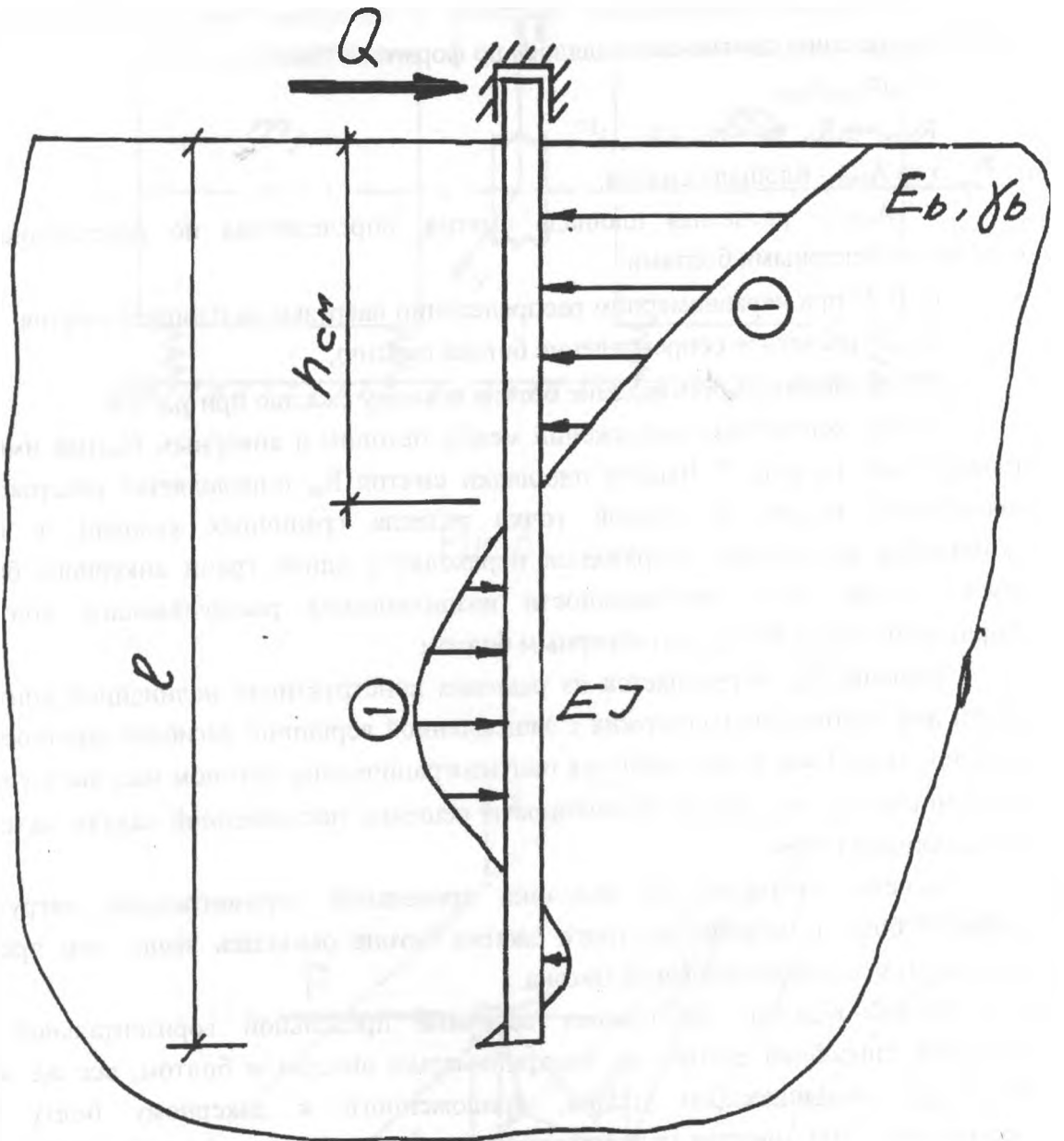


Рис. 5

6. Появление динамической нагрузки при отрыве прилипшей пыли с лопастей крыльчатки.

Условия работы допускают удаление прилипшей пыли механически.