

момента при исчерпании упругой работы узла с системой ребер

$$\frac{M_k}{(1 - \alpha) \gamma_k} = \frac{8,96}{0,62} = 14,6 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

6. Принимая во внимание малую жесткость кольцевых ребер из своей плоскости, можно не учитывать коэффициент концентрации под их концами, то есть $K_s = 1$. Тогда продольное напряжение в трубе пояса фермы $\sigma_0 = \frac{N + K_s \cdot s}{F} = \frac{107 + 1,0 \cdot 70}{10,68} = 165,7 \text{ МПа}$ и коэффициент (17) $m_0 = 1,2 \left[1 + (1 - 0,35) \frac{165,7}{480} \right] = 1,47$, где определяемый из таблицы (1) $K_1 = 0,35$.

7. Определяем несущую способность узла по формуле (16) $M_{\text{расч}} = 1,47 \left(1 - \frac{165,7}{240} \right) \frac{210}{240} \frac{240}{450} \cdot 14,6 = 3,11 \text{ кН} \cdot \text{м}$, что совпадает с величиной момента на рис. 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ильяевич С. А., Решетников Б. Н.* Исследование стальных трубчатых ферм. Известия вузов.—«Строительство и архитектура», 1974, № 8.
2. *Мурашко Н. Н.* Напряженно-деформированное состояние узлов с ребрами трубчатых стальных конструкций. Автореферат диссертации МИСИ им. В. В. Куйбышева, М., 1977.
3. *Мурашко Н. Н., Соболев Ю. В.* О расчете узлов легких конструкций покрытий производственных сельскохозяйственных зданий.— В сб.: Вопросы строительства и архитектуры, вып. VII, Мн., «Высшая школа», 1977.
4. *Соболев Ю. В., Мурашко Н. Н.* К расчету напряженно-деформированного состояния узлов трубчатых ферм. Известия вузов.—«Строительство и архитектура», 1975, № 11.
5. *Соболев Ю. В., Мурашко Н. Н.* Контактная задача при локальном нагружении цилиндрической оболочки через систему продольно-кольцевых ребер. Теоретические проблемы стальных конструкций. Братислава, 1975.
6. *Соболев Ю. В., Мурашко Н. Н.* Теоретическое исследование бесфасонного Т-образного узла трубчатой фермы. Известия вузов.—«Строительство и архитектура», 1976, № 8.
7. *Соболев Ю. В., Алешин Н. Н., Мурашко Н. Н., Попова Р. А.* К расчету упругих замкнутых цилиндрических оболочек с нагрузкой в середине пролета, приложенной к продольно-радиальному ребру. Известия вузов.—«Строительство и архитектура», 1974, № 6.

УДК 624.041.2:624.072.233.5

Р. Н. ЯГОЛКОВСКИЙ

РАСЧЕТ СТОЕК КАРКАСА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ОСНОВАНИЯ

Расчетные схемы поперечных каркасов одноэтажных производственных зданий сельскохозяйственного назначения, как правило, представляют собой рамные системы, стойки которых в нижней части жестко закреплены в недеформируемом основании, вверху шарнирно соединены с ригелями. Ригель в свою

очередь может быть принят в виде «бесконечно жесткого» или «конечной жесткости» стержня. Кроме того, кровельный шатер в расчетной схеме может быть принят в горизонтальной плоскости в виде «бесконечно жесткого» или деформируемого диска. Таким образом, в арсенале инженера-проектировщика имеется многообразие конструктивных приемов, позволяющих выбрать ту расчетную схему, которая, по его мнению, лучше соответствует действительной работе. В результате статического расчета выбранной расчетной схемы на различные силовые воздействия определяются усилия в сечениях элементов каркаса (как правило, в стойках каркаса) в зависимости от совокупной наиболее неблагоприятной, но вероятной комбинации воздействий.

По усилиям, полученным для нижних сечений стоек, производится расчет и конструирование фундамента, при этом теперь уже рассматривается фундамент, опирающийся на деформативное основание. Таким образом, налицо явное противоречие: в расчетной схеме поперечного каркаса при выполнении статических расчетов — основание недеформируемое, при расчете фундамента — деформируемое.

Деформативность основания под фундаментом предопределяет равномерную осадку фундамента в случае центрально-приложенных вертикальных нагрузок, а при равномерной осадке фундамента в элементах каркасов зданий при описанных расчетных схемах дополнительные усилия от деформативности основания или не возникают или величина их незначительна и может не учитываться. Поэтому при расчете и конструировании отдельно стоящих фундаментов под стойки каркаса конструктор определенными приемами стремится исключить или значительно уменьшить влияние моментов, которые могут вызвать поворот вследствие неравномерной осадки фундамента. Последнее можно исключить в том случае, если моменты являются следствием постоянных нагрузок, если же они (моменты) являются результатом временных воздействий, то поворот фундамента исключить не удастся, а это обстоятельство и приводит к перераспределению усилий в сечениях элементов каркаса (стойках). Соответствующие условия и воздействия могут привести и к горизонтальному смещению фундамента, что также может оказать определенное влияние на перераспределение усилий в сечениях стоек каркаса.

Наиболее существенное влияние на перераспределение усилий в описанных расчетных схемах каркасов зданий оказывает вероятный поворот фундамента, связанный с деформативностью основания, характеристиками фундамента, характером действующих усилий и т. д.

Безусловно, учет деформативности основания, и в частности учет влияния углов поворота фундаментов, при выполнении статических расчетов усложняет последние. Это усложнение усугубляется многообразием геологического строения, физико-механических характеристик грунтов, расчетных моделей оснований и других факторов. Определение угла поворота фундамента в зависи-

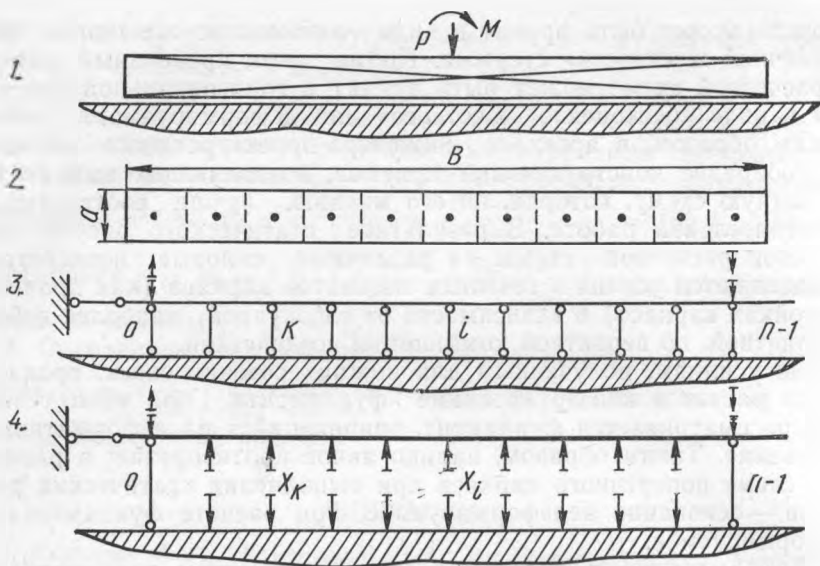


Рис. 1. Система «жесткий штамп—деформативное основание»:

1—исходная схема (жесткий штамп, лежащий на деформируемом основании); 2—вид в плане жесткого штампа; 3—расчетная схема; 4—основная система.

мости от приложенных нагрузок также сопряжено с трудностями. Угол поворота зависит как от жесткости фундамента, так и от принятой расчетной модели основания. Учитывая, что нагрузки, действующие на стойки каркасов производственных зданий сельскохозяйственного назначения, и размеры подошвы фундаментов под стойки каркасов сравнительно невелики, габариты фундаментов и их относительные размеры позволяют принять их в виде «жестких штампов».

Ниже рассматривается метод определения угла поворота фундамента, представленного «жестким штампом» ($EJ = \infty$), при совместной его работе с основанием, которое в свою очередь представлено расчетной моделью Фусса-Винклера. Расчетную схему для расчета системы «жесткий штамп—деформативное основание» примем в виде, предложенном Б. Н. Жемочкиным [1]. Для чего жесткий штамп с размерами в плане a (ширина) и B (длина) (рис. 1.1 и 1.2) разделим на n равных по длине участков, длина каждого из которых $b = B/n$. В центре каждого участка установим стержень. Реализация принятой расчетной схемы в виде статически неопределимой системы (рис. 1.3) осуществляется с применением метода сил [3]. Система канонических уравнений имеет свойственный для метода сил вид. Коэффициенты при неизвестных и свободные члены системы канонических уравнений определяются выражениями (1), (2), (3)

$$\delta_{k,i} = \frac{1}{(n-1)^2} [ki + (n-1-k)(n-1-i)] \quad \text{при } k \neq i, \quad (1)$$

$$\delta_{k,k} = \frac{1}{(n-1)^2} [k^2 + (n-1-k)^2 + (n-1)^2], \quad (2)$$

$$\Delta_{k,P} = - \frac{1}{(n-1)^2} [(n-1)kR_{n-1,P} + (n-1)(n-1-k)R_{0,P}], \quad (3)$$

где n — количество опорных стержней в расчетной схеме (участков разбиения штампа);

$R_{0,P}$, $R_{n-1,P}$ — опорные реакции в основной системе от приложенных внешних усилий (P , M) в стержнях 0 и $n-1$.

Внешние усилия, приложенные к рассматриваемому штампу (P , M), целесообразно в расчетной схеме разместить, как это показано на рис. 1.3. Решая систему канонических уравнений, определим неизвестные усилия X_i в разрезанных стержнях на промежуточных опорах. Затем уже как в статически определимой системе, нагруженной внешними воздействиями P и M , а также силами X_i (где $i=1, 2, 3, \dots, n-1$) определим усилия в опорных стержнях 0 и $n-1$, которые обозначим соответственно X_0 и X_{n-1} . Реактивное давление основания на i -м участке подошвы штампа будет равномерно распределенным и равным

$$P_i = \frac{X_i}{ab}. \quad (4)$$

Соответственно давление штампа на основание на этом же участке также равно p_i . Осадка основания на i -м участке (S_i) будет определяться выражением (5)

$$S_i = \frac{X_i}{ab} \frac{1}{K}, \quad (5)$$

где K — коэффициент постели.

Угол поворота штампа φ с учетом (4) и (5) равен

$$\varphi = \frac{S_{n-1} - S_0}{(n-1)b}. \quad (6)$$

На основе вышеприведенных данных получено выражение (7) для определения угла поворота жесткого штампа, нагруженного моментом M и вертикальной силой P , приложенной в середине штампа при условии, что штамп по длине B разбит на пять участков, т. е. $n=5$.

$$\varphi = 12,5 \frac{M}{B^3 a K}. \quad (7)$$

Как видно, в выражение (7) из внешних усилий входит лишь момент M , структура выражения (7) проста и не вызывает трудностей при использовании. При выводе формулы (7) предполагалось, что вертикальное усилие приложено в середине штампа. Однако это вовсе не обязательно, так как структура выражения (7) не изменится, если вертикальное усилие приложено не в центре; в этом случае известными приемами осуществляется перенос верти-

кальной силы в середину штампа с соответствующим дополнительным моментом M_1 , на величину которого увеличивается момент, входящий в выражение (7).

Если расчетной схемой каркаса является, например, стойка с жестким закреплением в нижней части и шарнирно-неподвижным закреплением сверху в соответствии с рассуждениями, приведенными выше, то для определения усилий в сечениях стойки — этой сравнительно простой статически неопределимой системы — при расчете на различные воздействия, в том числе на воздействие угла поворота φ в «жестком» закреплении внизу, имеются таблицы [2]. Угол поворота φ предлагается определять по выражению (7).

ЛИТЕРАТУРА

1. Жемочкин Б. Н., Сеницын А. П. Практические методы расчета фундаментных балок и плит на упругом основании. Госстройиздат, М., 1962.
2. Справочник проектировщика промышленных жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. Под редакцией Уманского А. А. М., Госстройиздат, 1960.
3. Яголковский Р. Н. Применение метода сил к расчету балок, лежащих на основании, представленном моделью Фусса-Винклера. Научная сессия, посвященная 50-летию БССР и КПБ. Тезисы докладов. Минск, ИСиА Госстроя БССР, 1968.

УДК 624.011.1;674.028.9

Р. Б. ОРЛОВИЧ, И. С. ФИЛИМОНОВ, В. В. ЖУК

НАИБОЛЕЕ СУЩЕСТВЕННЫЕ ПРИЧИНЫ РАССЛОЕНИЯ И РАСТРЕСКИВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НЕСУЩИХ КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В последние годы при эксплуатации ряда объектов сельскохозяйственного назначения стали обнаруживаться случаи расслоения клееных деревянных конструкций (КДК) по клеевым швам, а также растрескивание по кромкам досок с нарушением зубчатых клеевых соединений. Многочисленные причины, отрицательно влияющие на прочность и длительную надежность работы КДК, могут суммироваться и при их изготовлении, хранении, транспортировке, монтаже и эксплуатации, вследствие чего резко повышается опасность нарушения цельности клееных конструкций. Среди наиболее вероятных и главных причин разрушения можно перечислить следующие. Во-первых, использование для КДК низкосортного пиловочника, из которого часто получают сердцевинно-ядровые доски радиальной распиловки с непрочной хрупкой древесины. Таким же дефектом обладает и материал из отпада, отбракованного от экспортлеса. По физико-механическим свойствам он резко отличается от заболонных досок тангентальной распиловки. Во-вторых, из-за отсутствия предварительной есте-