

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ МОДУЛЬНЫХ ЛЕСОВ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ

Введение. Модульные леса являются достаточно универсальным типом строительных лесов, которые широко применяются для выполнения различных видов строительных работ на зданиях и сооружениях повышенной этажности.

Поскольку в нормативной литературе [1-8] в расчетных схемах данных лесов не учитывается последовательное закрытие шарниров в стыках стоек-труб в процессе увеличения нагрузки на леса, в работе [11] был выполнен расчет модульных лесов по последовательно уточняемой расчетной схеме в соответствии с методикой, разработанной автором в [10]. Было отмечено, что в конструкции лесов возникает деформация (искривление) прямоугольных контуров секций в плане (см. [11], рис. 1, в), вызываемая следующими причинами: 1) наличием в наружных раскосах усилий, эксцентрично действующим по отношению к горизонтальным плоскостям ярусов; 2) отсутствием необходимых рамных жесткостей в горизонтальной плоскости конструкций ходовых мостиков; 3) отсутствием раскосов в горизонтальных плоскостях в верхних уровнях секций.

Цель работы заключается в добавлении в конструкцию модульных лесов горизонтальных связей с целью исключения деформаций в горизонтальных плоскостях и проведении исследований ее НДС и устойчивости.

Решение задачи. В работе рассмотрена пространственная расчетная схема 2-х секционных модульных лесов высотой 40м (рис. 1) с размерами секций в плане 1.09м х 3.07м и имеющих высоту ярусов по 2.0м. Закрепление к стене по высоте лесов выполнено на уровне каждого яруса. Горизонтальные связи установлены в пределах одной секции через ярус по всей высоте лесов (рис. 1, г).

Даная конструкция состоит из следующих основных элементов: стойки –

труба Ø48х3.5мм; поперечные ригели, перила, горизонтальные связи – труба Ø48х3.0мм; ригель усиленный (продольный) – труба Ø48х3.0мм и швеллер 50х40х3; диагонали – труба Ø48х2.5мм; опорные винты – Трап 38х6 ГОСТ 9484-81. Материал труб и швеллеров – сталь Ст3пс по ГОСТ 380-2005; опорных винтов – сталь 20 по ГОСТ 1050-94.

Вертикальные нагрузки на леса включают в себя: полезную нагрузку на рабочих площадках интенсивностью 2.0кПа (только для верхнего яруса), а также нагрузку от собственного веса элементов лесов.

Расчеты конструкции лесов производились с помощью ПК SCAD и методики, изложенной в [10].

Результаты исследований. На рис. 1, 2 приведены результаты расчетов устойчивости конструкции лесов с горизонтальными связями, которые для сравнения были выполнены по 2-м вариантам:

- **1-ый вариант** – расчетная схема с шарнирными стыками стоек и начальными моментами M_0 в них [9], **неизменная** в процессе нагружения (рис. 1);
- **2-ой вариант** – расчетная схема с шарнирными стыками стоек лесов и наличием в них начальных моментов M_0 в процессе нагружения корректировалась в соответствии с методикой [10] (рис. 2).

Результаты расчета лесов на устойчивость и НДС приведены в табл. 1, где также для сравнения представлены результаты расчетов из работы [11].

Расчеты показали, что постановка горизонтальных раскосов даже через ярус по высоте лесов исключает деформацию конструкции. При этом, как видно из табл. 1, произошло незначительное увеличение коэффициентов запаса устойчивости. Формы потери устойчивости (рис. 1, 2) также остались практически прежними. Сравнение результатов расчетов по 1-му и 2-му вариантам между собой показало

следующее: 1) во 2-ом варианте коэффициент запаса устойчивости $K_{уст}$ увеличился в $3,366/2,542=1,324$ раза; 2) проверка прочности расчетного сечения наиболее нагруженной наружной стойки 1-го яруса средней поперечной рамы лесов, выполненная по значениям максимальных усилий N и M (табл.1), показала, что уровень

максимальных напряжений во 2-ом варианте уменьшился (табл. 1): для 1-го варианта - $\sigma=19,16\text{кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 22,5\text{кН/см}^2$; для 2-го варианта - $\sigma=16,34\text{кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 22,5\text{кН/см}^2$

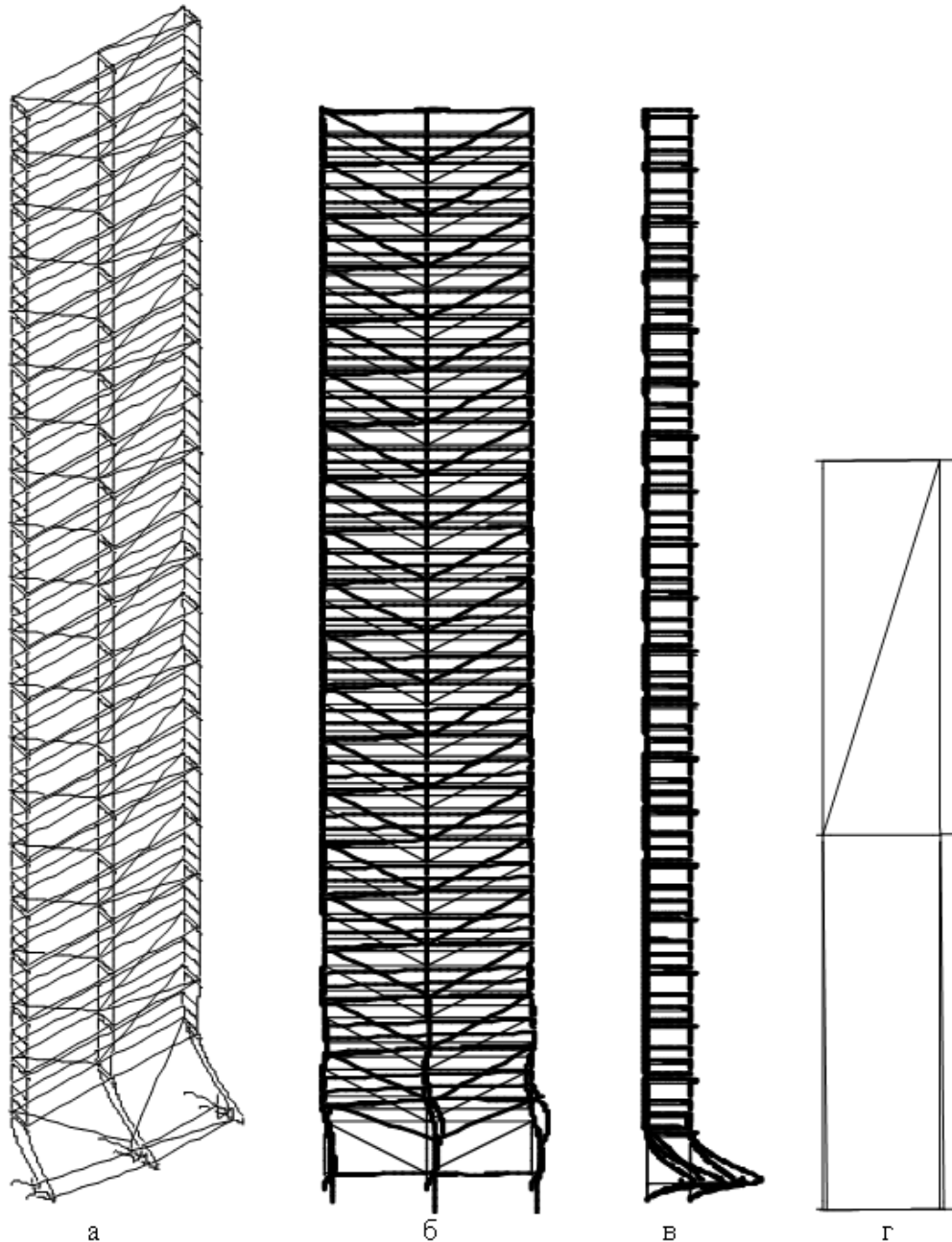


Рис. 1. Форма потери устойчивости модульных лесов высотой 40м по расчетной схеме, неизменяемой в процессе нагружения, с шарнирными стыками вертикальных элементов и начальными моментами M_0 с постановкой горизонтальных раскосов через ярус: а – общий вид формы потери устойчивости конструкции; б – форма потери устойчивости вдоль стены (отклоняется от вертикали наружная продольная плоскость лесов); в - форма потери устойчивости лесов в плоскостях их поперечных рам; г – деформация лесов в плоскости рабочих площадок верхнего яруса. Коэффициент запаса устойчивости $K_{уст}=2,542$.

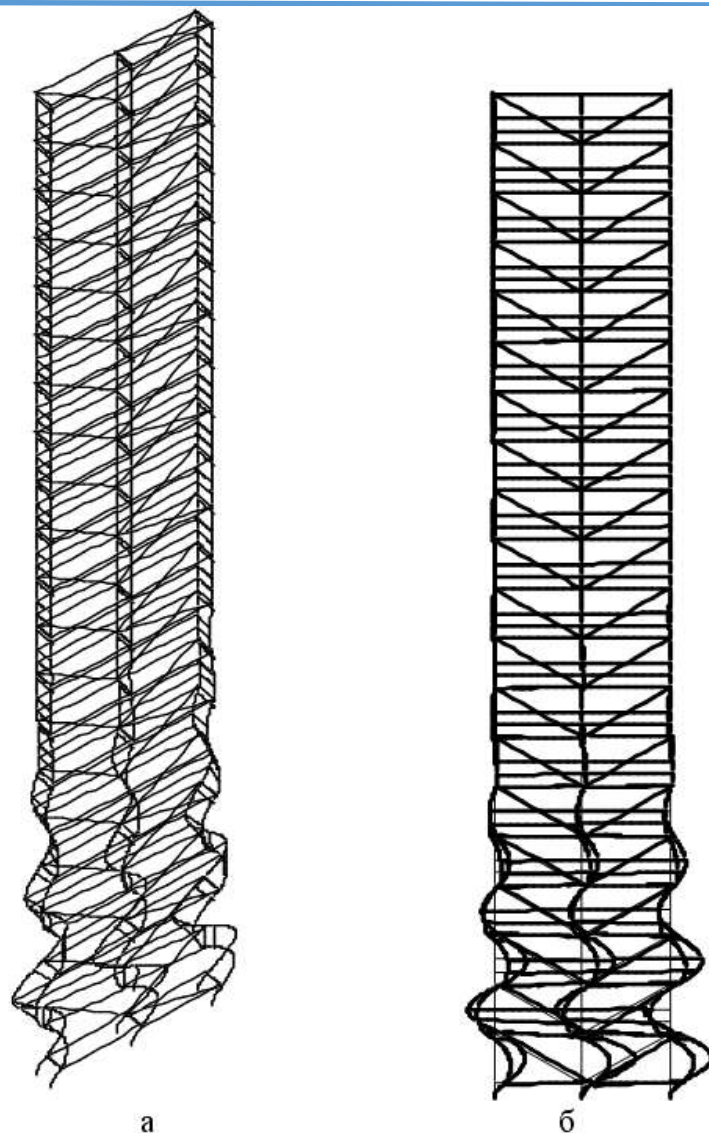


Рис. 2. Форма потери устойчивости модульных лесов высотой 40м по расчетной схеме с шарнирными стыками вертикальных элементов и начальными моментами M_0 , корректируемой в процессе нагружения с постановкой горизонтальных раскосов через ярус: а – общий вид формы потери устойчивости конструкции; б – форма потери устойчивости вдоль стены. Коэффициент запаса устойчивости $K_{уст}=3,366$.

Таблица 1 - Результаты расчета модульных лесов на устойчивость и НДС без горизонтальных связей [11] и с горизонтальными связями.

Вариант расчетной схемы	Схема	$K_{уст}$	N , кН	M , кН·см	σ , кН/см ²	W , мм
1-й вариант	без горизонтальных связей [12]	2, 468	27,9	70,2	19,53	11,8
	с горизонтальными связями	2,542	28,3	67,9	19,16	11,71
2-й вариант	без горизонтальных связей [12]	3,273	30,39	57,407	17,52	4,31
	с горизонтальными связями	3,366	31,74	50,04	16,34	4,14

Выводы. 1. В 1-ом варианте потеря устойчивости происходит в плоскостях

поперечных рам (рис. 1); во 2-ом - в продольных плоскостях конструкции лесов

(рис. 2). Во 2-ом варианте повышение устойчивости связано с тем, что часть стыков стоек из шарнирных превращается в неразрезные. Благодаря установке горизонтальных связей исключена деформация конструкции лесов.

2. По результатам расчетов прочности (табл.1) видно, что во 2-ом варианте запас прочности больше, чем в 1-ом.

3. Максимальные прогибы W (табл.1) во 2-м варианте, имеют существенно меньшие значения по сравнению с 1-ым вариантом.

4. Применение методики [10], позволяющей учитывать последовательное превращения шарнирных стыков стоек в неразрезные в расчетных схемах модульных лесов в процессе их нагружения, обеспечивает запасы их прочности, устойчивости и жесткости по сравнению с упрощенными расчетными схемами с шарнирами в стыках стоек.

5. Постановка горизонтальных связей дает незначительное повышение запасов прочности, устойчивости и жесткости рассмотренной конструкции в целом. В то же время наличие горизонтальных связей совместно с наружными раскосами является основным фактором обеспечения геометрической неизменяемости лесов, независимо от способов их крепления к стене.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 27321-89 Леса стоечные приставные для строительно-монтажных работ. Технические условия. – М.: Госстрой СССР, 1989.
2. ГОСТ 24258-88 Средства подмащивания.

Общие технические условия. – М.: Госстрой СССР, 1988.

3. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. - Київ.: Мінрегіонбуд України, 2012
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2006.- 59с.
5. ДБН В.2.6-163:2010. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. - К.: Мінрегіонбуд України, 2011.- 127с.
6. Методическая документация в строительстве. Леса строительные. Монтаж, расчет, эксплуатация. МДС 12-25.2006 – М.: ЦНИИОМТП, 2006
7. BS EN 12810-2:2003. Temporary works equipment - Part 1: Scaffolds – Performance requirements and general design.
8. BS EN 12810-2:2003. Facade scaffolds made of prefabricated components. Part 2: Particular methods of structural design.
9. Перетятко Ю.Г., Агеенко С.Б. Особенности расчета трубчатых стоек при учете податливости их стыков// Науковий вісник будівництва. Харків: ХДТУБА, 2006.- вип. 36-с.220-224.
10. Агеенко С.Б. Напружено-деформований стан та стійкість конструкцій риштувань з елементами підвищеної гнучкості: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / С.Б. Агеенко.-Харків, 2013.-24с.
11. Агеенко С.Б. Исследование напряженно-деформированного состояния и устойчивости модульных лесов для шарнирной и уточненной расчетных схем// Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, 2014.- №4(78).-с.135-138.

УДК 624.131:624.154

Самородов А.В., Табачников С.В.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА ПО БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ МОДЕЛЬНОЙ СВАИ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ

Как известно, силы сопротивления по боковой поверхности свай при определении их несущей способности зависят не только от физико-механических характери-

стик грунтов, а также от напряженного состояния околосвайного массива, которое формируется как от собственного веса грунта по глубине, так и от способа устрой-