

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы

Подведем итог и сделаем краткие выводы по основному разделу курса.

Во-первых, отметим, что мы рассмотрели основу и теоретическую идею количественной оценки таких эксплуатационных качеств сооружений, как прочность, жесткость, устойчивость, долговечность, построенную на концепции сил. Мы затронули не только саму идею, которую можно применить к любым сооружениям, деталям и узлам, но и разобрали практическую сторону этого вопроса, в частности, аппарат анализа рабочего состояния сооружения и банк соответствующих предельных характеристик.

Во-вторых, еще раз обратим внимание на то, что эксплуатационные качества оцениваются сравнением двух значений одной величины (характеристики). Одно из них характеризует рабочее состояние и в большинстве случаев получается расчетом, второе - предельное, чаще всего устанавливается экспериментально. На практике применяются силовые, геометрические, энергетические и другие характеристики. Мы разобрали главным образом такие силовые характеристики, как нагрузка, усилия и напряжения. Использование в критериальном соотношении (1.1) других характеристик не вносит принципиальных изменений в общую схему расчета.

В-третьих, заметим, что критерии прочности - неравенства, в которых сравниваются два числа. Следовательно, поверочный расчет прочности при заданной совокупности фактических параметров сооружения, определяемых опорной базой, имеет единственный ответ: сооружение удовлетворяет критерию прочности или нет.

В-четвертых, самым простым расчетом при использовании силовых характеристик является поверочный расчет по нагрузке. Если сооружение с заданными параметрами имеется в банке предельных нагрузок, то вывод о прочности делается на основе сравнения вычисленной рабочей нагрузки и предельной. Если же банк не содержит сооружения с заданными параметрами, то неизбежен переход на другой уровень (например, к усилиям или напряжениям). Переход на другой уровень неизбежен и в том случае, когда необходимо оценить изменения в конструкции, вызванные, например, усилением отдельных деталей, заменой материала и в других случаях.

В-пятых, банк предельных нагрузок самый обширный. При использовании критериальных соотношений по усилиям или напряжениям банк предельных характеристик упрощается и

уменьшается по объему, но значительно увеличивается расчетная часть по получению соответствующих характеристик рабочего состояния.

В-шестых, упрощения в расчете усилий рабочего состояния во внутренних связях получаются за счет допущений геометрического и физического характера. В частности, мы разобрали инженерный метод расчета напряжений для стержневых и тонкостенных конструкций через усилия.

Тестовый пример

Чтобы читатели смогли сами определить степень усвоения материала и, главным образом, практическую его сторону, мы предлагаем выполнить самостоятельно тестовый пример.

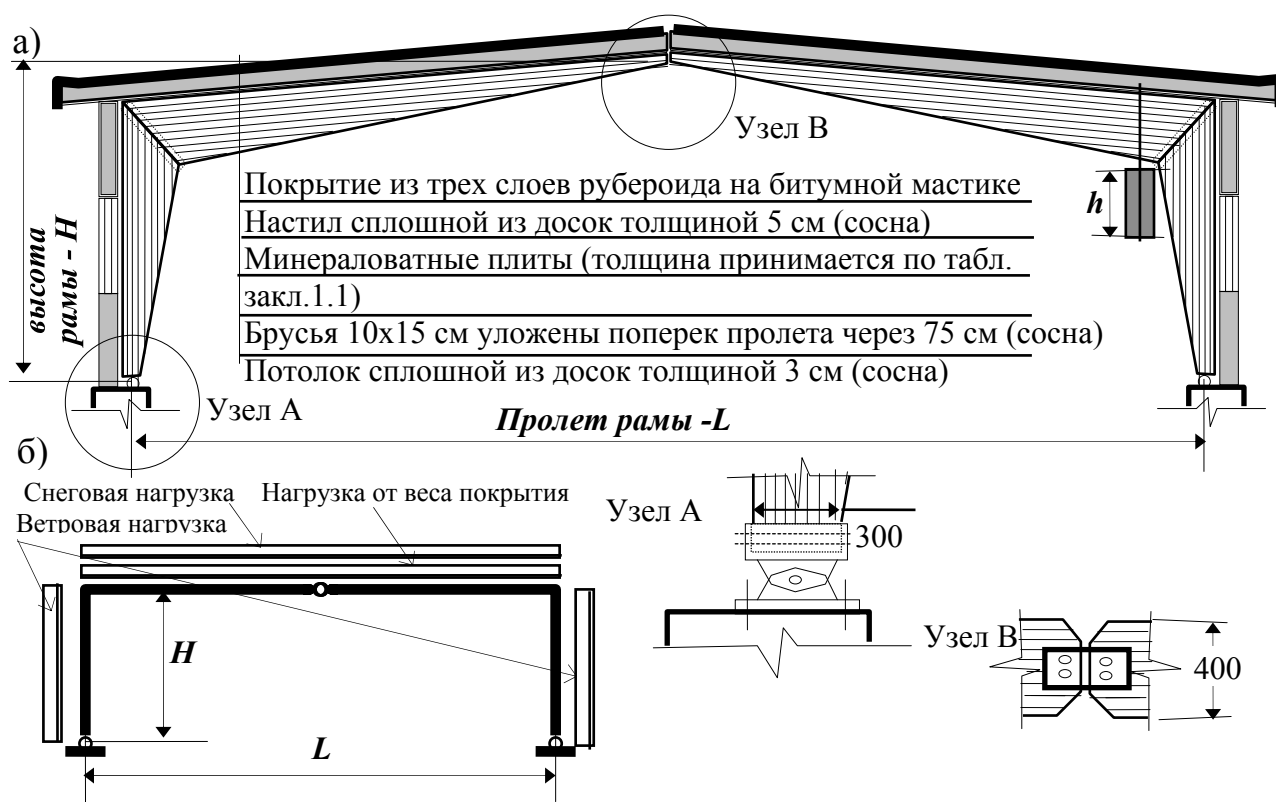


Рис. 1. Трехшарнирная деревянная рама
а - конструктивная схема рамы;
б - расчетная схема

П-образная деревянная рама служит каркасом здания производственного назначения (см. рис. 1). В коньке и на опорах рама имеет соединения, не сопротивляющиеся повороту - шарниры (расчетная схема показана на рисунке). Максимальные усилия рабочего состояния в раме возникают при совместном действии постоянной

снеговой и ветровой нагрузок. В исходной информации (см. табл. 1 - 3) приводятся толщина утеплителя (минераловатные плиты) для некоторых районов Дальнего Востока, сортамент поперечных сечений и габаритов типовых рам. Шаг рам может быть 2 м, 3 м, 4 м и 6 м.

Предлагается:

- задаться районом строительства, шагом и габаритными размерами рамы;

- по нагрузке запроектировать несущую конструкцию - раму деревянную (банк предельных нагрузок помещен в табл. 4);

- по внутренним усилиям (эпюрам M , Q , N) рабочего состояния определить опасные сечения;

- проверить прочность двух-трех сечений и сделать вывод о степени использования несущей способности материала рамы (расчетное сопротивление древесины растяжению-сжатию в клееных конструкциях 15 МПа).

Таблица 1

Минераловатные утеплители, применяемые для покрытий в некоторых районах Дальнего Востока

Место строительства	Толщина, мм
Хабаровск	90
Благовещенск	80
Магадан	120
Владивосток	60
Петропавловск - Камчатский	100

Таблица 2

Сортамент поперечных сечений типовых рам

Параметры	Номер несущей способности									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ширина сечения, см	30	30	30	30	30	50	50	50	50	50
Максимальная высота сечения, см	50	70	80	90	100	80	90	100	120	150

Таблица 3
Сортамент габаритных размеров типовых рам

Параметр	В а р и а н т ы					
	1	2	3	4	5	6
Высота, дм	27	30	33	27	30	33
Пролет, м	12	12	12	18	18	18

Таблица 4
Предельная вертикальная нагрузка на трехшарнирную
деревянную раму¹, кН/м

Горизон- тальная ² нагрузка, кН/м	Номер несущей способности										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Пролет 12 м, высота 2,7 м											
0,0	10,4	0,4	26,6	33,8	41,7	44,4	56,2	69,4	100,0	156,2	
1,5	10,3	20,3	26,5	33,6	41,5	44,3	56,1	69,3	99,8	156,1	
3,0	10,1	20,1	26,4	33,4	41,4	44,1	55,9	69,1	99,7	155,9	
4,5	10,0	20,0	26,2	33,3	41,2	44,0	55,8	69,0	99,5	155,8	
7,0	9,7	19,7	26,0	33,0	41,0	43,7	55,5	68,7	99,3	155,5	
Пролет 12 м, высота 3,0 м											
0,0	10,4	20,4	26,7	33,8	41,7	44,4	56,2	69,4	100,0	156,2	
1,5	10,2	20,2	26,5	33,6	41,5	44,3	56,1	69,2	99,8	156,1	
3,0	10,0	20,0	26,3	33,4	41,3	44,1	55,9	69,1	99,6	155,9	
4,5	9,9	19,8	26,1	33,2	41,1	43,9	55,7	68,9	99,4	155,7	
7,0	9,5	19,5	25,8	32,9	40,8	43,6	55,4	68,6	99,1	155,4	
Пролет 12 м, высота 3,3 м											
0,0	10,4	20,4	26,0	Окончание таблицы 4							
1,5	10,2	20,2	26,4	33,5	41,4	44,2	56,0	69,2	99,8	156,0	
3,0	10,0	20,0	26,1	33,3	41,2	44,0	55,8	69,0	99,5	155,8	
4,5	9,7	19,7	25,9	33,1	41,0	44,8	55,6	68,8	99,3	155,6	
7,0	9,4	19,4	25,6	32,7	40,6	43,4	55,2	68,4	98,9	155,2	
Пролет 18 м, высота 2,7 м											
0,0	4,6	9,1	11,9	15,0	18,5	19,8	25,0	30,9	44,4	69,4	

¹ Марка рамы (например, ТДР - 12.30 - 5) состоит из аббревиатуры ТДР - трехшарнирная деревянная рама; через тире - пролет рамы в метрах и ее высота в дециметрах отделенная точкой; после второго тире - номер несущей способности.

² Горизонтальная нагрузка (кН/м) равна сумме, действующих в одну сторону, нагрузок на две стойки (наветренную и подветренную).

Горизонтальная ² нагрузка, кН/м	Номер несущей способности									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5	4,6	9,0	11,8	14,9	18,4	19,7	24,9	30,8	44,4	69,4
3,0	4,5	8,9	11,7	14,9	18,4	19,6	24,9	30,7	44,3	69,3
4,5	4,4	8,9	11,6	14,8	18,3	19,6	24,8	30,7	44,2	69,2
7,0	4,3	8,8	11,5	14,7	18,2	19,4	24,7	30,5	44,1	69,1
Пролет 18 м, высота 3,0 м										
0,0	4,6	9,1	1,9	5,0	8,5	9,8	25,0	30,9	44,4	69,4
1,5	4,5	9,0	1,8	4,9	8,4	9,7	24,9	30,8	44,4	69,4
3,0	4,4	8,9	1,7	4,8	8,4	9,6	24,8	30,7	44,3	69,3
4,5	4,4	8,9	11,6	14,8	18,3	19,5	24,8	30,6	44,2	69,2
7,0	4,2	8,7	11,5	14,6	18,1	19,4	24,6	30,5	44,1	69,0
Пролет 18 м, высота 3,3 м										
0,0	4,6	9,1	11,9	15,0	18,5	19,8	25,0	30,9	44,4	69,4
1,5	4,5	9,0	11,8	14,9	18,4	19,7	24,9	30,8	44,3	69,3
3,0	4,4	8,9	11,7	14,8	18,3	19,6	24,8	30,7	44,2	69,2
4,5	4,3	8,8	11,5	14,7	18,2	19,4	24,7	30,6	44,0	69,1
7,0	4,2	8,6	11,4	14,5	18,0	19,3	24,5	30,4	44,1	69,0

Задачи дальнейшего изучения курса

В первом разделе мы главным образом говорили о поверочном расчете, проектировочный расчет затронули только на уровне нагрузки. Простота - главное, привлекательное и, пожалуй, единственное преимущество как поверочного, так и проектировочного расчетов по нагрузке. Инженер, владеющий только таким расчетом, не способен повлиять на конструктивное решение и тем более создать новое сооружение. Он постоянно наталкивается на неполноту банка предельных характеристик, а пополнить его или создать новый не в состоянии.

На наш взгляд, материала первой части вполне достаточно для понимания и практического овладения расчетами и на уровне усилий и напряжений, но при оценке прочности конкретных сооружений возникают дополнительные вопросы анализа их рабочего состояния.

Поэтому во втором разделе первой части курса мы остановимся на анализе рабочего состояния, поверочном и проектировочном расчетах частных сооружений (вант и вантовых систем, ферм, балок, плит, рам, арок, мембран и оболочек) на уровне усилий и напряжений. Установим,

какие особенности конструкций и как влияют на ход расчета. Это позволит глубже понять саму теоретическую идею оценки прочности и сформулировать дополнительные вопросы, на которые необходимо дать ответы при дальнейшем изложении курса.