

Сравниваем конструкции стеллажных балок

Прежде всего отметим, что технология, по которой выполняется балка производства компании П, якобы являющаяся инновационной, в Европе применяется только в тех конструкциях, где используется ручная обработка грузов (полочные стеллажи, мезонины), во избежание ниже приведенных случаев.

Данная технология подразумевает, что балка будет произведена из цельного листа, что не дает возможности выполнить отбортовки в углах профиля балки (см. рис. 1). Для чего же нужна отбортовка? Во-первых, в углах балки сосредоточена концентрация напряжения: постоянная (образовавшаяся в результатегиба) и переменная — от статической нагрузки (вес паллеты). Несущая способность балки определяется высотой и шириной самого профиля балки, толщиной металла, в большей степени верхней и нижней полками профиля балки. Ребра жесткости на боковых сторонах балки сделаны только для того, чтобы балку при той длине, которая используется для складирования паллет, не повело «винтом», т. е. для предотвращения ее скручивания. Говорить, что за счет этого увеличивается несущая способность балки П, не совсем верно. Максимум, что дают ребра жесткости по сравнению с гладкой стенкой балки, — это повышение до 5% несущей способности за счет увеличения площади сечения от

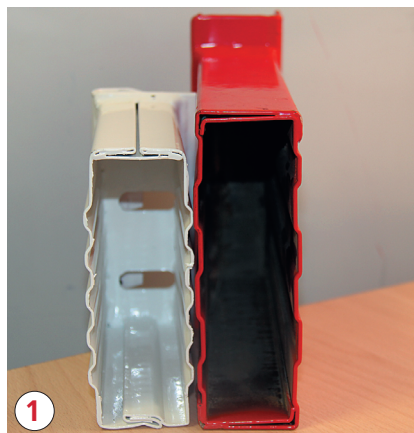


ТЕКСТ **А. Захарченко,**
генеральный директор
компании «Стеллажные системы»



ТЕКСТ **Д. Никифоров,**
директор по развитию
компании «Стеллажные системы»

В последнее время на отечественном рынке появились стеллажи, элементы которых, как утверждает их производитель (для удобства далее будем называть его компанией П), выполнены с использованием новой технологии производства из цельного листа металла и имеют усиленную конструкцию сверху и снизу, что повышает ее несущую способность по сравнению с продукцией других компаний, в частности нашей. Посмотрим, соответствует ли это утверждение действительности с позиции такой научной дисциплины, как сопротивление материалов.

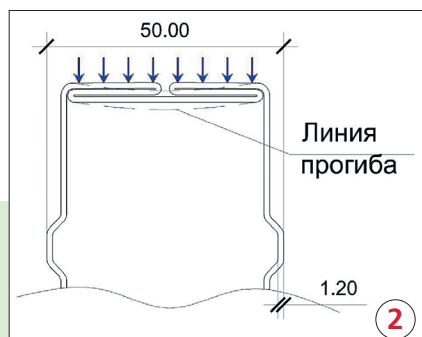


1

гибов (т. е. момента инерции I_x и момента сопротивления W_x относительно горизонтальной оси балки), что показывает известная из сопромата формула:

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W_x \leq [\sigma],$$

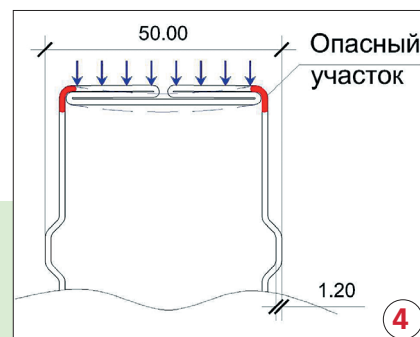
где $\sigma_{\max}$ — максимальное напряжение, возникающее в балке в результате изгиба от веса паллет; $M_{\max}$ — максимальный изгибающий момент; W_x — момент сопротивления изгибу (зависит только от сечения бал-



2



3



4

ки, т. е. от высоты, ширины, формы и толщины);

$[\sigma]$ — допускаемое напряжение для конкретной марки стали.

Момент сопротивления находится по следующей формуле:

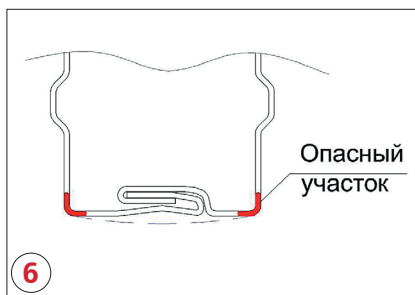
$$W_x = I_x / \gamma_{\max},$$

где I_x — момент инерции сечения, $\gamma_{\max}$ — координата крайних волокон сечения (там возникают максимальные напряжения в сечении).

Поэтому всю основную работу по выдерживанию заданной нагрузки берут на себя, как уже было сказано выше, верхняя и нижняя полки балки.

Рассмотрим, как это работает. Приложим распределенную заданную нагрузку к балке и будем наблюдать такую картину: верхняя часть балки сожмется относительно центральной оси z , в которой металл остается неизменным (в том же состоянии, что и без нагрузки), в частности, верхняя сторона будет иметь прогиб (рис. 2), а нижняя часть балки растянется также относительно центральной оси z .

При этом нижняя сторона будет иметь выгиб (рис. 3). А теперь рассмотрим более детально: верхняя сторона у балки ПМ имеет толщину в 3 раза больше, чем боковые стороны, и в момент передачи нагрузки от верхней к боковым сторонам в месте перехода возникает опасная концентрация напряжения (рис. 4), т. к. нагрузка со стороны толщиной в 3,6 мм в углу балки переходит на сторону толщиной всего 1,2 мм. Учитывая тот факт, что в балке в местегиба уже есть напряжение, при нестандартной ситуации (зацепили балку углом паллеты при ее снятии, удар вилами погрузчика) может произойти обрушение.



Еще одна ситуация: оператор погрузчика в момент постановки паллеты на стеллаж резко опустил вилы. Появилась динамическая нагрузка в результате броска паллеты на стеллаж. При этом коэффициент, который добавляется к нагрузке, равен 1,4, т. е. паллета весом в 500 кг в момент установки на балку будет весить уже 700 кг. Что при этом происходит с балкой, показывает рис. 5.

Рассмотрев поведение под нагрузкой верхней части балки, теперь давайте обратим внимание на нижнюю ее часть (рис. 6).

Замок на нижней стороне балки, который соединяет балку в единый контур, проходит только в центральной ее части. Нагрузка, которая воздействует на балку, создает одинаковое напряжение как в верхней части балки (напряжение сжатия), так и в ее нижней

части (напряжение растяжения), а вот толщина не везде одинаковая! В нижней части замок, имеющий толщину 3,6 мм, занимает не всю площадь, а только ее центральную часть, таким образом, мы видим, что в нижней части балки образуются очень опасные зоны (рис. 6), где профиль имеет всего навсего толщину 1,2 мм и испытывает колоссальное воздействие напряжения от нагрузки. Обратим внимание, что в верхней части на эту нагрузку используется толщина 3,6 мм по всей площади верхней стенки балки (рис. 2, 4). Это грозит тем, что в нагруженном состоянии при небольшом дополнительном воздействии на эту зону (удар паллетой при ее снятии с нижней полки; задели вилами) балка П скорее всего потеряет устойчивость и сломается в отличие от балки, выполненной по технологии соединения двух профилей (рис. 7), т. к. последняя технология придает балке одинаковую толщину сверху и снизу и исключает образование зон повышенной концентрации напряжения в ее углах, потому что предусматривает отбортовки для передачи возникающего напряжения с угла на стенку балки.

Хочется отметить, что технология изготовления балки компании П не может гарантировать соблюдения ГОСТ 16140–77 и ГОСТ 28766–90 по прогибу балки. Согласно этим ГОСТам, при приложении распределенной нагрузки на пару балок с учетом того, что нагрузка на 25% больше заявленной, балка будет иметь допустимый прогиб не более $1/200$ ее длины, т. е. если паллета весит 1000 кг, то на пару балок длиной 2700 мм мы нагружаем 3750 кг, и прогиб должен составить величину не более 13,5 мм.

Коэффициент запаса прочности балки, т. е. нагрузка, которую нужно приложить к балке, чтобы она сломалась, у нас — 1,95, у балки компании П — 1,34, а коэффициент запаса по прогибу по ГОСТ у всех должен быть 1,25, вот и задумайтесь, у кого какие запасы и вследствие чего обеспечиваются эксплуатационные свойства стеллажной конструкции.

СТ

