



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) U (11) 10457
(51) E04C 3/07 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21) 2025/0547.2

(22) 16.02.2024

(45) 25.04.2025, бюл. №17

(72) Брянцев Александр Александрович; Остапенко
Инна Ивановна

(73) Брянцев Александр Александрович

(56) KZ 4318 U, 02.05.2019

(54) **КОНСОЛЬНАЯ ГОФРИРОВАННАЯ
ДВУТАВРОВАЯ БАЛКА С УСИЛЕННЫМ
КВАДРАТНЫМ ОТВЕРСТИЕМ**

(57) Полезная модель относится к области строительства, к несущим конструкциям, в частности к консольным металлическим сварным двутавровым балкам и гофрированным конструкциям. Технический результат заключается в простоте конструкции, прочности, легкости, устойчивости и надежности в эксплуатации. Консольная металлическая сварная двутавровая балка с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр и квадратным отверстием содержит гофрированную стенку с треугольным очертанием гофра, с высотой волны, равной 1/3 шага волны и квадратным отверстием, по контуру, усиленным вертикальными и горизонтальными ребрами жесткости и ромбической решеткой, состоящей из парных металлических уголков с жесткими узловыми соединениями. Консольная металлическая сварная двутавровая балка с гофрированной стенкой с усиленным квадратным отверстием, предназначена для использования в гражданских и производственных зданиях, в качестве несущих конструкций покрытий, балконов, крыш или навесов, пролетных строений, таких как однопролетные и многопролетные мосты, а также в качестве несущей конструкции общественных и спортивных объектов, небольших эстакад и автострад, а усиленное квадратное отверстие необходимо для прокладки различных инженерных систем, таких как водопровод, отопление, вентиляция и кондиционирование.

Применение консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр и усиленным квадратным отверстием, является эффективным решением при проектировании многих строительных объектов, особенно в тех случаях, когда отсутствует возможность применения обычной двух опорной балки с отверстиями. Консольные балки с усиленными отверстиями позволяют существенно сократить использование металла и трудозатраты при строительстве гражданских и промышленных зданий, сооружений, конструкций покрытий, крыш, балконов, навесов и элементов мостов. Благодаря возможности пропуска технологического оборудования и инженерных коммуникаций сквозь отверстие в гофрированной стенке балки, высота здания, покрытия, крыши или навеса может быть уменьшена, эксплуатационные расходы снижены, что в целом снижает и стоимость строительства. Кроме того, применение таких балок способствует улучшению внешнего вида сооружения и созданию интересного дизайна интерьера, а также подчеркивает архитектурную выразительность здания.

Использование в строительстве консольных металлических сварных двутавровых балок с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр, в которых организовано отверстие большого диаметра для пропуска технологических трубопроводов, требует обеспечения надежности и прочности. Прочность консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой с усиленным квадратным отверстием, превышает более чем в 2 раза прочность консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой без усиления отверстия и равна прочности консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой, в которой отверстие отсутствует.

(19) KZ (13) U (11) 10457

Полезная модель относится к области строительства, к несущим конструкциям. Консольная металлическая сварная двутавровая балка с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр, с высотой волны, равной 1/3 шага волны и с усиленным квадратным отверстием, предназначена для использования в гражданских и производственных зданиях, в качестве несущих конструкций покрытий, балконов, крыш или навесов, пролетных строений, таких как однопролетные и многопролетные мосты, а также в качестве несущей конструкции общественных и спортивных объектов, небольших эстакад и автострад, а усиленное квадратное отверстие необходимо для прокладки различных инженерных систем, таких как водопровод, отопление, вентиляция и кондиционирование.

Аналог (прототипы) предлагаемой полезной модели по технической сущности и достигаемому эффекту является консольная балочная конструкция, состоящая из консольной балки, имеющая один свободно опертый конец, а на другом конце закрепленный поворотный механически регулируемый механизм, позволяющей за счет натяжения верхней и нижней затяжки, регулировать положение консольной балки в пространстве. регулировать, описанная в Патенте Китая СХ213682472 U от 13.07.2021 г. К основному недостатку данной балки можно отнести то, что стенка консольной балки выполнена из плоской листовой стали и изобретение не предполагает наличия в нем отверстия.

Ближайшим прототипом предлагаемой полезной модели является двух опорная балка с гофрированной с синусоидальной формой стенки и круглыми отверстиями, усиленными окаймлением из листовой стали, описанная в Patent US 2004/0262914. Corrugated web hole reinforcement.

К основному недостатку данной балки можно отнести то, что окаймление круглого отверстия из листовой стали имеет сложную технологию изготовления, соответственно, увеличиваются трудозатраты на изготовление подобной балки с отверстиями.

Также, прототипом предлагаемой полезной модели можно считать двутавровую гофрированную балку с усиленными отверстиями, описанную в Патенте РК на полезную модель №4318 от 02.05.2019 г., где усиление отверстий отличалось тем, что в зоне отверстий использовалась стенка в два раза по толщине больше, чем основная стенка, также в зоне самого отверстия установлен с кольцевой усилитель.

Недостатком балка является то, что она имеет сложную конструкцию, в которой помимо необходимости приварки к гофрированной стенке элемента усиления из стенки с удвоенной толщиной, также требуется приварку кругло окаймления, все это усложняет саму конструкцию и процесс ее изготовления.

В действующих нормативных документах Республики Казахстан отсутствуют требования предъявляемые к способам усиления

технологических отверстий в балках, а также к диаметру и шагу отверстий, форме отверстий на прямую влияющих на деформативность стенки гофрированной балки. Единственным рекомендованным, но уже не действующим, способом подкрепления отверстий в металлических балках с отверстиями, является способ, предложенной в СНиП РК 5.04-23-2002 "Стальные конструкции". Этот способ предусматривает окаймление круглых отверстий с помощью листовой стали (окаймления) и установку парных ребер жесткости.

В соответствии с РДС РК 5.04-24-2006-Сортамент сварных двутавровых профилей обычного типа и с гофрированными стенками, установлено, что внедрение в практику Казахстана сварных двутавровых балок обычного типа и с гофрированными стенками, соответствующих по прочностным характеристикам прокатным, обеспечило максимальное использование листового проката и снижение металлоемкости строительной продукции в республике. Это позволило достичь оптимизации процесса строительства, повышения надежности металлических конструкций и общей эффективности в данной отрасли.

Целью полезной модели является снижение металлоемкости, строительной высоты и трудоемкости изготовления консольной балки с гофрированной стенкой.

Технической задачей данной полезной модели является создание простой по конструкции и несложной в изготовлении балки, одновременно созданием прочной, легкой, устойчивой и надежной в эксплуатации конструкции. Технический результат от применения настоящей полезной модели заключается в повышении несущей способности консольной балки, прежде всего за счет использованная гофрированной стенки, подбора оптимальной высоты и шага гофра и применения эффективного способа усиления квадратного отверстия.

Техническим результатом полезной модели является конструкция консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой с треугольным очертание гофр и усиленным квадратным отверстием. Балка обладает повышенной несущей способностью и сниженной деформативностью. Представленное техническое решение актуально для строительной отрасли и предлагает эффективный способ укрепления отверстия в консольной металлической сварной двутавровой балке с гофрированной стенкой, что, в свою очередь, позволяет пропускать сквозь данное отверстие технологические коммуникации и трубопроводы, тем самым, снижает строительную высоту как этажа, так и всего здания или сооружения, в целом.

На чертеже раскрыта сущность заявленной полезной модели.

Полезная модель имеет следующие отличительные особенности: Консольная металлическая сварная двутавровая балка с гофрированной стенкой, состоит из горизонтального верхнего сжатого 3 и

нижнего растянутого поясов 4, соединенных вертикальной гофрированной стенкой с поперечными гофрами треугольного очертания 1, с высотой волны, равной 1/3 шага волны, торцевых опорных ребер 2, одно из которых имеет жесткое закрепление 6 и усиленного квадратного отверстия 5. За счет использования квадратного отверстия решен вопрос максимального размера отверстия. Так, например, высота отверстия 5 с технологической точки зрения и по требованиям несущей способности, равна высоте гофрированной стенки 1 за минусом высоты верхнего 9 и нижнего 10 горизонтального ребра жесткости 9. Парные вертикальные ребра жесткости 8 привариваются к гофрированной стенке с двух сторон от отверстия. Также отверстие усиливается ромбической решеткой, состоящей из парных металлических уголков 7 с жесткими узловыми соединениями. Один из концов металлического уголка 7 приваривается к горизонтальному ребру жесткости 9, а другой конец приваривается к металлической пластине 11, которая перпендикулярно приваривается к вертикальным ребрам жесткости 8 по обе стороны от отверстия 5.

Конструктивные параметры конкретной консольной балки (форма профиля, шаг, высота, сечение и материал консольной балки, габаритные размеры) принимаются из условий работы конструкции, задания на проектирование, результатов расчетов, в том числе, расчетов на несущую способность, основанных на методе теории упругости, выполненных с использованием метода конечных элементов (МКЭ).

Предложенные параметры поперечных гофр треугольного очертания, принимаемые с высотой волны, равной 1/3 шага волны удовлетворяют условию $a \leq h/0.19\sqrt{(f/t)^2 + 20}$, где a – шаг гофр, h , t – соответственно высота и толщина стенки, f – высота складки гофра. Толщина гофрированной стенки с треугольным очертанием гофр применяется равной 1/200 – 1/400 ее высоты.

Предлагаемая полезная модель позволяет усилить квадратные отверстия в гофрированной стенке металлической консольной сварной двутавровой балки любой длины и с любым количеством отверстий вне зависимости от расстояния между центрами отверстий. Использование парных вертикальных и горизонтальных ребер жесткости, привариваемых по вертикали к гофрированной стенке, а по горизонтали к верхнему и нижнему поясу балки, усиленных ромбической решеткой, состоящей из парных металлических уголков с жесткими узловыми соединениями, повышает несущую способность консольной балки с гофрированной стенкой и уменьшает ее деформативность.

Внедрение новых технологий, направленных на оптимизацию использования металлических конструкций, в том числе металлических гофрированных конструкций является неотъемлемым способом повышения их эффективности, экономичности и надежности. Создание новых конструктивных форм и

совершенствование существующих сварных двутавровых металлических балок с гофрированными стенками, в том числе консольных металлических сварных двутавровых балок, ослабленных отверстиями, является важной частью научно-технического прогресса, который нацелен на снижение металлоемкости, улучшение процессов изготовления и монтажа, повышение надежности данных конструкций.

В Республики Казахстан есть все необходимое для изготовления и широкого применения металлических гофрированных конструкций, включая станки для гофрирования и прессовое оборудование, которое позволит обеспечить 100% местное содержание в выпускаемом продукте. А это в свою очередь позволит сократить и время изготовления конструкций, и улучшить качество строительства, и снизить затраты труда при использовании автоматизированных операций на поточных линиях. Подобное оборудование аналогично тому, которое используют зарубежные производители при изготовлении гофрированных конструкций. Оборудование позволяет изготавливать металлические конструкции, включая консольные металлические сварные двутавровые балки с гофрированными стенками и квадратным отверстием, усиленным парными вертикальными и горизонтальными ребрами жесткости, привариваемых по вертикали к гофрированной стенке, а по горизонтали к верхнему сжатому и нижнему растянутому поясу балки и ромбической решеткой, состоящей из парных металлических уголков с жесткими узловыми соединениями, изготавливаемых с использованием современных технологий и автоматических сварочных аппаратов.

Гофрирование стенки осуществляется с использованием технологии штамповки - это прессование металлического плоского листа с использованием специальных матриц, которые обеспечивают требуемые параметры гофров. Для уменьшения трудозатрат изготовления гофрированной стенки следует использовать следующее оборудование: горизонтальный пресс для гофрирования стенок балок, вертикальный гидравлический пресс, ротационную машину непрерывного гофрирования стального листа. Выбор оборудования следует выполнять с учетом степени максимальной автоматизации, которая приносит наибольший экономический эффект. Для приварки гофрированного листа к верхнему и нижнему поясу следует использовать автоматическую сварку под флюсом или автоматическую сварку поясных листов в среде углекислого газа и в смеси его с аргоном.

Применение консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр и усиленным квадратным отверстием, является эффективным решением при проектировании многих строительных объектов, особенно в тех случаях, когда отсутствует возможность применения обычной двух опорной балки с отверстиями. Консольные балки с усиленными отверстиями

позволяют существенно сократить использование металла и трудозатраты при строительстве гражданских и промышленных зданий, сооружений, крыш, балконов, навесов и элементов мостов. Благодаря возможности пропуска технологического оборудования и инженерных коммуникаций сквозь отверстие в гофрированной стенке балки, высота здания, крыши или навеса может быть уменьшена, эксплуатационные расходы снижены, что в целом снижает и стоимость строительства. Полезная модель может быть использовано в регионах с повышенной снеговой, ветровой и сейсмической нагрузкой, т.е. конструкция консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр и усиленным квадратным отверстием способна воспринимать как статические, так и сейсмические нагрузки. При проектировании консольной балки в сейсмических регионах, пояса консольной балки следует выполнять из малоуглеродистой или низколегированной сталей, а гофрированную стенку с треугольным очертанием гофр из сталей повышенной или высокой прочности. Применение сталей повышенной и высокой прочности в гофрированной стенке обосновывается не условиями обеспечения прочности всей конструкции, а необходимостью использования всех механических свойств пластичных сталей, применяемых в поясах при работе консольной балки, в том числе за пределом упругости увеличение долговечности работы консольной балки при циклических знакопеременных нагрузках, приводящих к увеличению сейсмостойкости конструкции. Это и есть одно из главных преимуществ консольной балки с гофрированной стенкой, когда при действии сейсмических нагрузок поглощение энергии происходит за счет того, что развиваются пластические деформации поясах, а гофрированная стенка работает на срез в пределах упругости стали. Кроме того, применение таких балок способствует улучшению внешнего вида сооружения и созданию интересного дизайна интерьера, а также подчеркивает архитектурную выразительность здания.

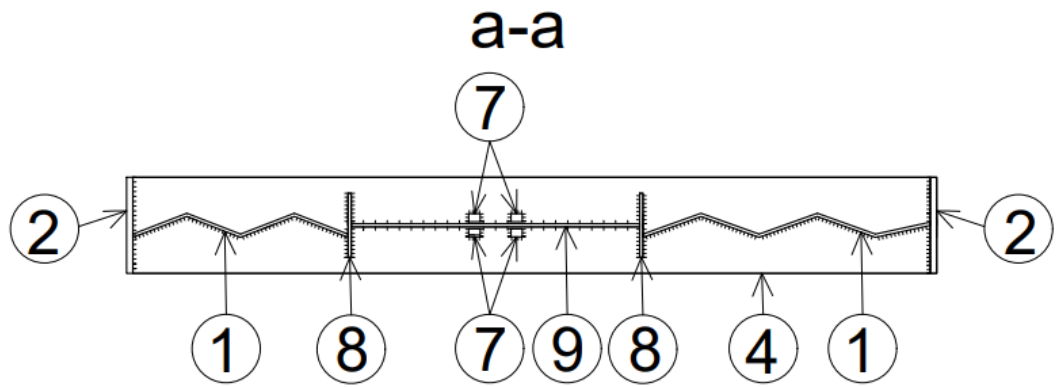
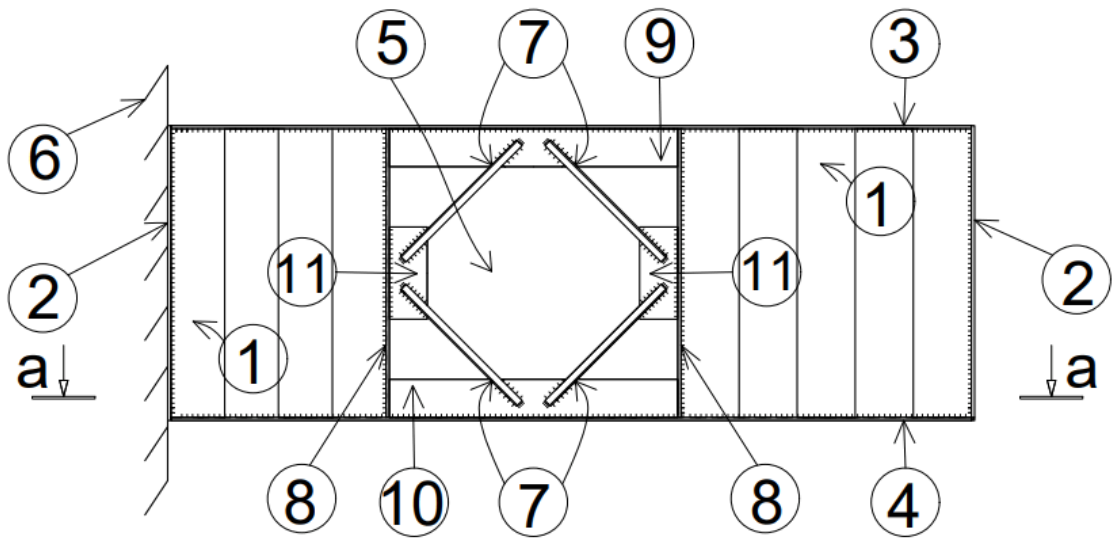
Использование в строительстве консольных металлических сварных двутавровых балок с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр, в которых организованы отверстия большого диаметра для пропуска технологических трубопроводов, требует обеспечения надежности и прочности. Прочность консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой с усиленным квадратным отверстием, превышает более чем в 2 раза прочность консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой без усиления отверстия и равна прочности консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой, в которой отверстие отсутствует.

Предлагаемое решение консольной металлической сварной двутавровой балки с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр позволяет снизить металлоёмкость до 10% по сравнению с аналогичной консольной балкой с плоской стенкой.

Изготовление консольной металлической двутавровой балки с гофрированной стенкой с треугольным очертанием гофр с усиленным квадратным отверстием любых размеров вполне реально и затруднений не вызывает.

ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

Консольная металлическая сварная двутавровая балка с гофрированной стенкой с усиленным квадратным отверстием, содержащая гофрированную стенку с треугольным очертанием гофр, приваренную с двух сторон к торцевым пластинам, размещенным по обе стороны гофрированной стенки, верхнюю и нижнюю полки, **отличающаяся** тем, что гофрированная стенка с треугольным очертанием гофр выполнена с высотой волны, равной $1/3$ шага волны, а квадратное отверстие, по контуру отверстия, усилено вертикальными и горизонтальными ребрами жесткости и ромбической решеткой, состоящей из парных металлических уголков с жесткими узловыми соединениями.



Верстка Д. Женьсова
 Корректор Г. Косанова