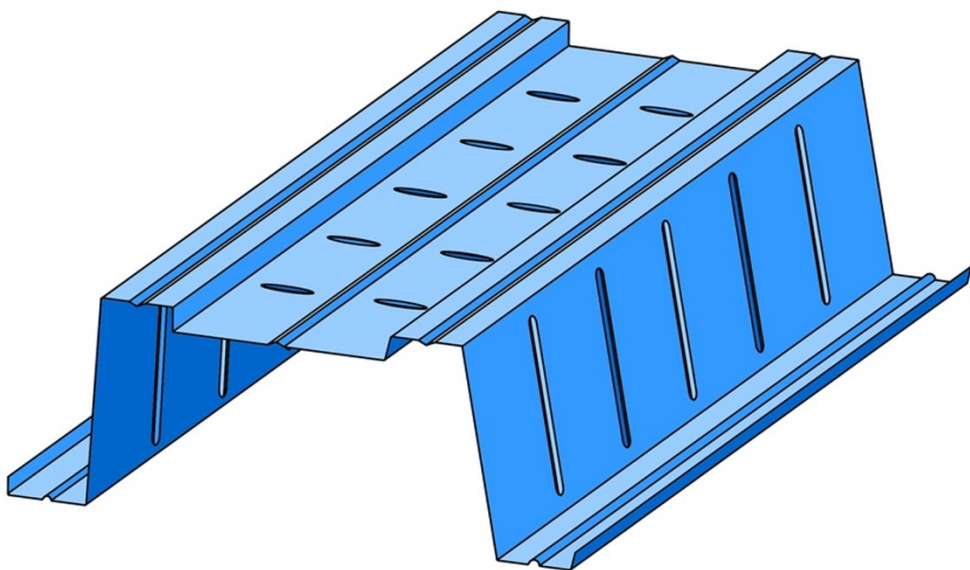


# Опытно-конструкторские научные исследования

Электронный сборник статей

Выпуск 4



Тольятти 2023

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
«ИНСТИТУТ СУДЕБНОЙ  
СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ»**

**ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ  
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Выпуск 4**

*Электронный сборник статей*

Под редакцией академика РААСН  
В.В. Петрова

Тольятти  
Издательство ИССТЭ  
2023

УДК 624 : 691

ББК 38

Э40

Рецензент:

**СЕЛЯЕВ Владимир Павлович** – академик РААСН,

*Заслуженный деятель науки РФ и РМ, доктор технических наук, профессор,*

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва*

Э40

**Опытно-конструкторские научные исследования:** электронный сборник статей / под ред. академика РААСН В.В. Петрова – Тольятти: Издательство ИССТЭ, 2023. – Вып. 4. – 62 с.

В сборнике представлены материалы по современным опытно-конструкторским и научным исследованиям в области строительства, на которые получены патенты Российской Федерации, удостоверяющие новизну, исключительное право, авторство и приоритет изобретений в соответствии с действующим законодательством РФ.

Предназначен для строителей и архитекторов, ученых, профессорско-преподавательского состава, студентов строительных и иных технических наук и специальностей, для всех тех, кто не равнодушен к развитию строительного комплекса страны, инновационному возрождению и процветанию нашей страны.

УДК 624 : 691

ББК 38

© Авторы, 2023

© АНО «Институт судебной строительно-технической экспертизы», 2023

© Оформление. Издательство ИССТЭ, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

САЙДИНГ <i>АНПИЛОВ Михаил Сергеевич</i> .....	5
СЕНДВИЧ-ПАНЕЛЬ <i>ГАЙНУЛЛИН Марат Мансурович</i> .....	11
СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОЛУЧЕНИЕМ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ И ОБЕЗЗАРАЖЕННЫХ ОТХОДОВ <i>ЕЛИСЕЕВ Денис Сергеевич</i> .....	17
НЕСЪЕМНАЯ ОПАЛУБКА МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ <i>ЕРЫШЕВ Валерий Алексеевич</i> .....	27
СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ СТЕН В НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКЕ <i>ЕРЫШЕВ Валерий Алексеевич</i> .....	35
АТОМНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ <i>КИТАЙКИН Алексей Николаевич</i> .....	42
ВЗРЫВНАЯ КАМЕРА ДЛЯ ГИДРОВЗРЫВНОЙ ШТАМПОВКИ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЗРЫВНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ГИДРОВЗРЫВНОЙ ШТАМПОВКИ <i>МУРАШКИН Василий Геннадьевич</i> .....	52

## САЙДИНГ

© Автор 2023

**АНПИЛОВ Михаил Сергеевич**

инженер

*АНО «Институт судебной строительно-технической экспертизы»*

*(Россия, Тольятти)*

**Аннотация.** *Полезная модель относится к области строительства, а именно к конструкциям облицовок фасадов стен, в частности к конструкциям навесных фасадов, и может найти применение при возведении стен каркасных зданий.*

*Технической задачей предлагаемого изобретения является создание не только элементов конструкции каркасного здания, повышающих эстетические свойства наружной стены, сокращающих трудовые затраты при монтаже наружных стен независимо от климатических условий и времени года производства работ, но и повышение комфортности, надежности и создание выразительного архитектурного облика здания с применением современных материалов и конструкций.*

*Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом решении смежные участки верхний и нижний замкового соединения сайдинга в местах сопряжения выполнены с двойным перегибом на 180 градусов с образованием дополнительных ребер жесткости с отгибом на высоту головки крепежного элемента на верхнем смежном участке замкового соединения сайдинга, во внутренней полости которого размещен утеплитель, при этом пространство стыка выполнено в виде потайной ниши и заполнено утеплителем.*

**Ключевые слова:** *строительная отрасль; строительные материалы, патент; сайдинг; облицовка фасадов стен; фасады*

Полезная модель относится к области строительства, а именно к конструкциям облицовок фасадов стен, в частности к конструкциям навесных фасадов, и может найти применение при возведении стен каркасных зданий.

Технической задачей предлагаемого изобретения является создание не только элементов конструкции каркасного здания, повышающих эстетические свойства наружной стены, сокращающих трудовые затраты при монтаже наружных стен независимо от климатических условий и времени года производства работ, но и повышение комфортности, надежности и создание выразительного архитектурного облика здания с применением современных материалов и конструкций.

Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом решении смежные участки верхний и нижний замкового соединения сайдинга в местах сопряжения выполнены с двойным перегибом на 180 градусов с образованием дополнительных ребер жесткости с отгибом на высоту головки крепежного элемента на верхнем смежном участке замкового соединения сайдинга, во внутренней полости которого размещен утеплитель, при этом пространство стыка выполнено в виде потайной ниши и заполнено утеплителем.

Сайдинг, выполненный из легкого листового материала с ребрами жесткости и гофрами, по краям которого выполнены смежные участки верхний и нижний замкового соединения сайдинга элементов крепления, у края элементов крепления выполнена

перфорация под крепежные элементы, вытянутая вдоль длины сайдинга, отличающийся тем, что смежные участки верхний и нижний замкового соединения сайдинга в местах сопряжения выполнены с двойным перегибом на  $180^\circ$  с образованием дополнительных ребер жесткости с отгибом на высоту головки крепежного элемента на верхнем смежном участке замкового соединения сайдинга, во внутренней полости которого размещен утеплитель, при этом пространство стыка выполнено в виде потайной ниши и заполнено утеплителем.

Полезная модель относится к области строительства, а именно к конструкциям облицовок фасадов стен, в частности к конструкциям навесных фасадов, и может найти применение при возведении стен каркасных зданий.

Известен профилированный лист «Бревно» по патенту на полезную модель Российской Федерации №78841 2008 г. [1], содержащий повторяющиеся по ширине металлического листа гофры, ориентированные выпуклостью в одну сторону и выполненные по дуге окружности. При этом крайние гофры профилированного листа снабжены элементами крепления, выполненными с возможностью образования в сборе со смежными профилированными листами узлов соединения, предпочтительно в виде замка. Смежные гофры сопряжены между собой под углом  $90 \div 130^\circ$  и между ними установлено ребро жесткости. При этом один из элементов крепления профилированного листа снабжен узлом перфорации. Вышеуказанные признаки совпадают с заявленным техническим решением.

Недостатком указанного аналога является свободная установка элементов крепления друг в друге, что снижает надежность покрытия, приводит к появлению стуков в собранном покрытии.

Известен металлический сайдинг «Евробрус ВИК» по патенту Российской Федерации №141114 2014 г. [2], принятый заявителем за прототип и выполненный из металлического листа и представляющий собой две гофры, между которыми выполнен опорный желоб, а по краям которых выполнены первый и второй элементы крепления, причем первый элемент крепления выполнен в поперечном сечении U-образным, у края первого элемента крепления выполнена перфорация, а второй элемент крепления выполнен в поперечном сечении содержащим изогнутую полку, перфорация размещена в канавке, в поперечном сечении сайдинг представляет собой гладкую кривую, содержащую две смежные равные по размеру скобы, каждая из которых выполнена в форме части равнобедренной трапеции, содержащей ее меньшее основание и боковые стороны, концы скоб лежат на одной прямой, по одну сторону которой расположены вышеупомянутые скобы, а по другую - опорный желоб и элементы крепления, при этом у своих концов скобы выполнены со скруглением так, что касательные на концах скоб перпендикулярны вышеупомянутой прямой, прямые участки опорного желоба также перпендикулярны вышеупомянутой прямой, при этом прямые полки первого элемента крепления выполнены разной длины и расположены параллельно вышеупомянутой прямой, при этом конец короткой прямой полки первого элемента крепления выполнен с закруглением и соединен с концом скобы, при этом второй элемент крепления в поперечном сечении является L-образным и содержит прямую и вышеупомянутую изогнутую полки, причем прямая полка соединена с концом скобы и ориентирована перпендикулярно вышеупомянутой прямой, а изогнутая полка направлена вдоль вышеупомянутой прямой и имеет скругление, с одной стороны соединенное с прямой полкой, а с другой через прямой отрезок - с дугой окружности.

Недостатком данной конструкции является большой уровень шума при ветреной погоде от центральной незакрепленной части сайдинга [3].

Технической задачей предлагаемого изобретения [см. 4-5] является создание не только элементов конструкции каркасного здания, повышающих эстетические свойства наружной стены, сокращающих трудовые затраты при монтаже наружных стен

независимо от климатических условий и времени года производства работ, но и повышение комфортности, надежности и создание выразительного архитектурного облика здания с применением современных материалов и конструкций.

Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом решении смежные участки верхний и нижний замкового соединения сайдинга в местах сопряжения выполнены с двойным перегибом на 180 градусов с образованием дополнительных ребер жесткости с отгибом на высоту головки крепежного элемента на верхнем смежном участке замкового соединения сайдинга, во внутренней полости которого размещен утеплитель, при этом пространство стыка выполнено в виде потайной ниши и заполнено утеплителем.

Технический результат от использования предлагаемого решения заключается в повышении комфортности путем снижения уровня шума при ветреной погоде от центральной незакрепленной части сайдинга.

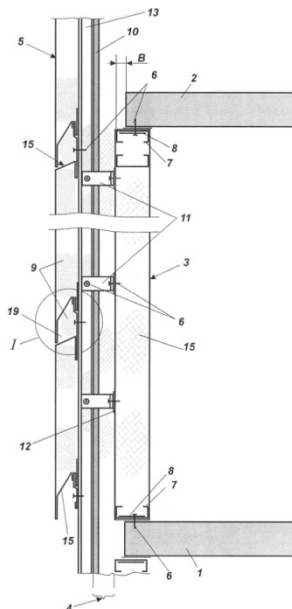


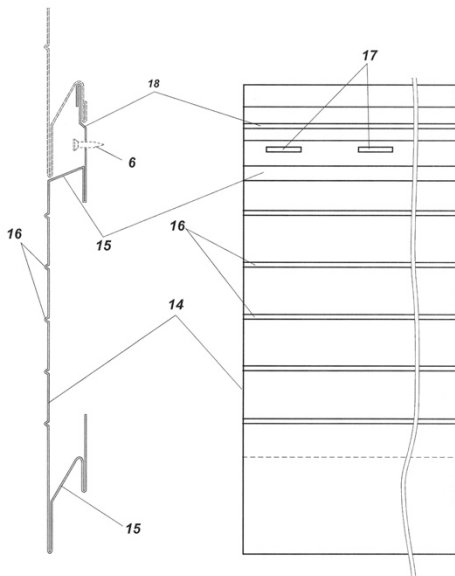
Рисунок 1. Структура фасадной системы здания на фрагменте вертикального разреза здания [4; 6, с. 62], где: 1 и 2 – плиты перекрытия; 3 – внутренний слой; 4 – фасадный слой; 5 – облицовочный слой; 6 – элемент крепления; 7 – горизонтальный пояс; 8 – пластины усиления; 9 – утеплитель; 10 – плита; 11 – установочные кронштейны; 12 – теплоизоляционная подложка; 13 – лаги; 15 – ребра жесткости; 19 – потайная ниша.

Предлагаемое техническое решение относится к фасадной системе здания и содержит плиты перекрытия 1 и 2, которые выполнены без консолей, наружные стены, включающие внутренний слой 3, фасадный слой 4 и облицовочный слой 5.

Внутренний слой 3 наружной стены размещен на плите перекрытия 1 с выступом наружу со смещением «В» не более 1/3 толщины внутреннего слоя 3 наружной стены. Внутренний слой 3 наружной стены выполнен в виде пространственной панели и закреплен элементом крепления 6 в межэтажном пространстве между нижней и верхней



на верхнем смежном участке замкового соединения сайдинга 14. При этом пространство стыка выполнено в виде потайной ниши 19 и заполнено утеплителем 9.



*Рисунок 3. Элементы сайдинга [4], где: 6 – элемент крепления; 14 – сайдинг; 15 – ребра жесткости; 17 – перфорация; 18 – дополнительные ребра жесткости.*

Облицовочный слой 5, выполненный из сайдинга 14 и закреплен на вертикально размещенных лагах 13 Т-образного профиля посредством крепежных элементов 6 через теплоизоляционную подложку 12.

Монтаж здания осуществляют следующим образом.

Возводят каркас здания, устанавливая в нем плиты перекрытия 1 и 2. Затем монтируют наружную стену, для чего внутренний слой 3 размещают в межэтажном пространстве и прикрепляют его к нижней и верхней плитам перекрытия 1 и 2, а именно горизонтальными поясами 7 пространственной панели посредством крепежных элементов 6.

Затем на стойках, поясах и раскосах пространственной панели внутреннего слоя 3 наружной стены через теплоизолирующую подложку 12 посредством крепежных элементов 6 закрепляют установочные кронштейны 11.

На установочные кронштейны 11 нанизывают плиту 10 и укладывают утеплитель 9, который размещают между плитой 10 и внутренним слоем 3 наружной стены - таким образом выполняют фасадный слой 4 наружной стены.

После чего на установленные кронштейны 11 закрепляют лаги 13 Т-образного профиля для монтажа облицовочного слоя 5 наружной стены, которые размещают вертикально на всю высоту стены здания. Причем облицовочный слой 5 наружной стены выполнен из сайдинга 14.

На вертикально размещенные лаги 13 Т-образного профиля монтируют элементы сайдинга 14. В начале снизу лаг 13 посредством крепежных элементов 6 закрепляют

фрагмент верхнего смежного участка замкового соединения сайдинга 14 в который затем устанавливают следующий элемент сайдинга 14 его нижним смежным участком замкового соединения, собирая их в замок, а его верхний смежный участок замкового соединения фиксируют посредством крепежных элементов 6. И так далее на второй элемент сайдинга 14 устанавливают третий и последующие на всю высоту стены здания. По мере установки элементов сайдинга 14 во внутреннюю полость сайдинга 14 и в образующуюся потайную нишу 19 укладывают утеплитель 9. Облицовочный слой 5 наружной стены из сайдинга готов.

После монтажа наружных стен предлагаемой конструкции внутренние стены и перегородки монтируют по известной технологии.

Использование предлагаемого технического решения позволило создать не только элементы конструкции каркасного здания, повышающие не только эстетические свойства наружной стены независимо от климатических условий и времени года, но и повысить комфортность здания за счет снижения уровня шума при ветреной погоде от центральной незакрепленной части сайдинга.

### **Библиографический список**

1. Патент на полезную модель № 78841 U1 Российская Федерация, МПК E04F 13/12, E04C 2/08. Профилированный лист "Бревно" : № 2008124789/22 : заявл. 18.06.2008 : опубл. 10.12.2008 / М. А. Неугодииков, О. Г. Елфимов, М. А. Чугунов ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Производственная Группа СоюзПрофиль". – EDN MVXIJN.
2. Патент на полезную модель № 141114 U1 Российская Федерация, МПК E04F 13/12. Металлический сайдинг "Евробрус ВИК" : № 2013157492/03 : заявл. 23.12.2013 : опубл. 27.05.2014 / И. В. Шкута ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Компания В.И.К.". – EDN AZQOWR.
3. Гайнуллин, М. М. Сухие фасады / М. М. Гайнуллин // Опытно-конструкторские научные исследования : Сборник статей / Под редакцией В.В. Петрова. Том Выпуск 2. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительной-технической экспертизы", 2022. – С. 19-21. – DOI 10.51608/1966672022\_19. – EDN WRMFMO.
4. Патент на полезную модель № 160424 U1 Российская Федерация, МПК E04F 13/12. Сайдинг : № 2015139764/03 : заявл. 18.09.2015 : опубл. 20.03.2016 / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, М. М. Гайнуллин [и др.]. – EDN FCMIRY.
5. Анпилов, С. Пути прогресса и развития в науке / С. Анпилов. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительной-технической экспертизы", 2021. – 186 с. – ISBN 978-5-6044616-2-4. – DOI 10.51608/9785604461624. – EDN YTOIRW.
6. Применение нормативно-технических документов при проектировании и строительстве зданий и сооружений с использованием ЛСТК и настила армирующего "БИЗОН" / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, Г. В. Мурашкин, А. Н. Сорочайкин. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительной-технической экспертизы", 2021. – 82 с. – DOI 10.51608/1206572708. – EDN YOYVHXL.

## СЕНДВИЧ-ПАНЕЛЬ

© Автор 2023  
SPIN: 8570-4546  
AuthorID: 962886

**ГАЙНУЛЛИН Марат Мансурович**  
кандидат технических наук  
*Военная академия материально-технического обеспечения  
им. генерала армии А.В. Хрулева  
(Россия, Санкт-Петербург, e-mail: marat-2304@mail.ru)*

**Аннотация.** *Полезная модель относится к области строительства, а именно к конструкциям облицовок фасадов стен, в частности к конструкциям навесных вентилируемых фасадов, и может найти применение при возведении стен каркасных зданий.*

*Технической задачей предлагаемого изобретения является создание не только элементов конструкции каркасного здания, повышающих теплотехнические свойства наружной стены, сокращающих трудовые затраты при монтаже наружных стен независимо от климатических условий и времени года производства работ, но и повышение комфортности, надежности и создание выразительного архитектурного облика здания с применением современных материалов и конструкций.*

*Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом решении элементы крепления выполнены в виде верхнего и нижнего смежных участков замкового соединения сэндвич-панелей, причем верхний и нижний смежные участки замкового соединения сэндвич-панелей выполнены с двойным перегибом на 180 градусов с образованием дополнительных ребер жесткости с отгибом на высоту головки крепежного элемента на верхнем смежном участке замкового соединения сэндвич-панелей, а у края элементов крепления в местах стыка выполнена перфорация под крепежные элементы, вытянутая вдоль длины сэндвич-панели, при этом пространство стыка выполнено с образованием потайной ниши и предназначено для заполнения утеплителем, а сама сэндвич-панель предназначена для горизонтального размещения и имеет вертикальные воздушные каналы глубиной более высоты отгиба дополнительных ребер жесткости, причем воздушные каналы выполнены с возможностью соосной установки на всю высоту стены здания.*

**Ключевые слова:** *строительные конструкции; строительные материалы; патент; сэндвич-панель; фасады; облицовка фасадов стен*

Полезная модель относится к области строительства, а именно к конструкциям облицовок фасадов стен, в частности к конструкциям навесных вентилируемых фасадов, и может найти применение при возведении стен каркасных зданий.

Известна сэндвич-панель по патенту на полезную модель Российской Федерации №45416 [1] 2004 г., которая выполнена с отдельным каркасом, который встроен в нее и является сборным элементом указанного общего несущего каркаса системы.

Недостатком этой полезной модели является сложность конструкции навесной панели, вследствие расположения теплоизоляционного слоя из вспененного полистирола между металлического профиля несущего каркаса. Несущий каркас этой панели в зависимости от высоты расположения панели на строящемся здании будет иметь различные размеры профиля и соответственно толщину теплоизоляционного слоя.

Известна система внешнего утепления здания по патенту Российской Федерации №92040 [2] 2010 г., принятая заявителем за прототип и содержащая предварительно изготовленные навесные стеновые панели с несущим каркасом из вертикальных несущих стоек и горизонтальных распределительных балок, сэндвич-панели, крепежные средства и средства для герметизации стыков, сэндвич-панели каждой стеновой панели расположены между вертикальных несущих стоек и прикреплены к горизонтальным распределительным балкам, также расположенным между вертикальных несущих стоек, с фасадной стороны стеновой панели к вертикальным несущим стойкам прикреплены вертикальные фиксаторы сэндвич-панелей, фасадные части несущих стоек и фасадная сторона сэндвич-панели выполнены в одной вертикальной плоскости, вертикальные фиксаторы сэндвич-панели выполнены в форме уголков и установлены с фасадной стороны стеновой панели между боковыми поверхностями сэндвич-панели и несущими стойками.

Используемые в данной системе внешнего утепления здания, сэндвич-панели являются облицовочным слоем фасадного слоя наружной стены. Основным недостатком решения являются видимые крепежные уголки на фасаде.

Технической задачей предлагаемого изобретения [см. 3-4] является создание не только элементов конструкции каркасного здания, повышающих теплотехнические свойства наружной стены, сокращающих трудовые затраты при монтаже наружных стен независимо от климатических условий и времени года производства работ, но и повышение комфортности, надежности и создание выразительного архитектурного облика здания с применением современных материалов и конструкций.

Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом решении элементы крепления выполнены в виде верхнего и нижнего смежных участков замкового соединения сэндвич-панелей, причем верхний и нижний смежные участки замкового соединения сэндвич-панелей выполнены с двойным перегибом на 180 градусов с образованием дополнительных ребер жесткости с отгибом на высоту головки крепежного элемента на верхнем смежном участке замкового соединения сэндвич-панелей, а у края элементов крепления в местах стыка выполнена перфорация под крепежные элементы, вытянутая вдоль длины сэндвич-панели, при этом пространство стыка выполнено с образованием потайной ниши и предназначено для заполнения утеплителем, а сама сэндвич-панель предназначена для горизонтального размещения и имеет вертикальные воздушные каналы глубиной более высоты отгиба дополнительных ребер жесткости, причем воздушные каналы выполнены с возможностью 120-ой установки на всю высоту стены здания.

Технический результат от использования предлагаемого решения заключается в том, что для использования фасада современного комфортного здания возможно использование целого ряда отделочных материалов, конкурентных по стоимости и доступных для создания современного вида здания и комфортного проживания.

Предлагаемое техническое решение относится к фасадной системе здания и содержит плиты перекрытия 1 и 2, которые выполнены без консолей, наружные стены, включающие внутренний слой 3, фасадный слой 4 и облицовочный слой 5.

Внутренний слой 3 наружной стены размещен на плите перекрытия 1 с выступом наружу со смещением «В» не более 1/3 толщины внутреннего слоя 3 наружной стены. Внутренний слой 3 наружной стены выполнен в виде пространственной панели и закреплен элементом крепления 6 в межэтажном пространстве между нижней и верхней плитами перекрытия 1 и 2. А именно, пространственная панель внутреннего слоя 3 посредством горизонтальных поясов 7 панели закреплена к плитам перекрытия 1 и 2, а места крепления усилены пластинами 8. Внутренние объемы пространственной панели внутреннего слоя 3 наружной стены заполнены утеплителем 9.

Фасадный слой 4 наружной стены выполнен в виде плиты 10, которая насажена на установочные кронштейны 11, и утеплителя 9, который размещен между плитой 10 и внутренним слоем наружной стены. А установочные кронштейны 11 закреплены к стойкам, поясам и раскосам пространственной панели внутреннего слоя 3 наружной стены через теплоизоляционную подложку 12, посредством крепежного элемента 6.

С наружной стороны фасадного слоя 4 наружной стены вертикально размещены лаги 13 Т-образного профиля для монтажа облицовочного слоя 5 наружной стены и закреплены на установочных кронштейнах 11 на всю высоту стены здания.

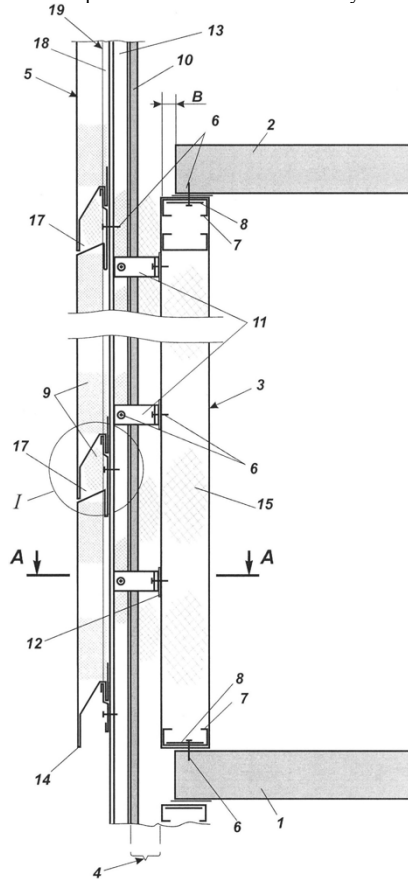


Рис. 1. Структура фасадной системы здания на фрагменте вертикального разреза здания [4; 5, с. 62], где: 1 и 2 – плиты перекрытия; 3 – внутренний слой; 4 – фасадный слой; 5 – облицовочный слой; 6 – элемент крепления; 7 – горизонтальный пояс; 8 – пластины усиления; 9 – утеплитель; 10 – плита; 11 – установочные кронштейны; 12 – теплоизоляционная подложка; 13 – лаги Т-образного профиля; 14 – сэндвич-панели; 15 – дополнительные рёбра жёсткости; 17 – потайная ниша; 18 – воздушные каналы; 19 – ступенчатый элемент.

А облицовочный слой 5 наружной стены выполнен из сэндвич-панелей 14.

Сэндвич-панели 14 облицовочного слоя 5 наружной стены состыкованы между собой и прикреплены к лагам 13 Т-образного профиля наружной стены. Элементы крепления выполнены в виде сэндвич-панелей 14. Верхний и нижний смежные участки замкового соединения сэндвич-панелей 14 выполнены с двойным перегибом на 180 градусов с образованием дополнительных ребер жесткости 15 с отгибом на высоту головки крепежного элемента 6 на верхнем смежном участке замкового соединения сэндвич-панелей 14, а у края элементов крепления в местах стыка, выполнена перфорация 16 под крепежные элементы 6, вытянутая вдоль длины сэндвич-панели 14. При этом пространство стыка выполнено в виде потайной ниши 17 и заполнено утеплителем 9. А сами сэндвич-панели 14 размещены горизонтально и имеют вертикальные воздушные каналы 18 глубиной более высоты отгиба дополнительных ребер жесткости 15. Причем воздушные каналы 18 образованы ступенчатым элементом 19 и выполнены соосными на всю высоту стены здания, а внутренняя полость сэндвич-панели 14 заполнена утеплителем 9.

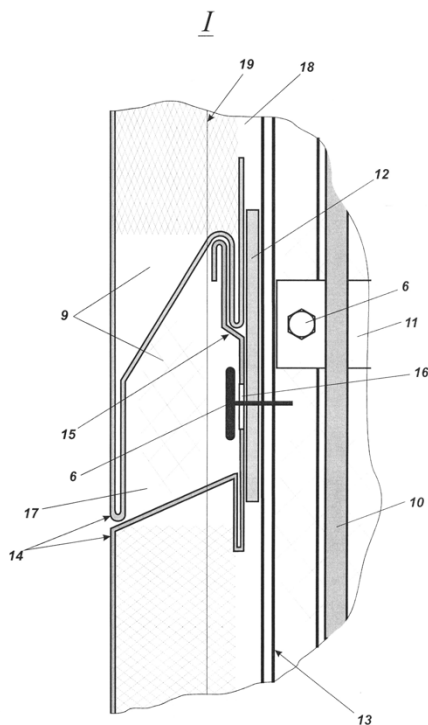


Рис. 2. Стыковое замковое соединение сэндвич-панелей [4], где: 6 – элемент крепления; 9 – утеплитель; 10 – плита; 11 – установочные кронштейны; 12 – теплоизоляционная подложка; 13 – лаги Т-образного профиля; 14 – сэндвич-панели; 15 – дополнительные ребра жёсткости; 16 – перфорация под крепежные элементы; 17 – потайная ниша; 18 – воздушные каналы; 19 – ступенчатый элемент.

Сэндвич-панели 14 образующие облицовочный слой 5 также закреплены на вертикально размещенных лагах 13 Т-образного профиля посредством крепежных элементов 6 через теплоизоляционную подложку 12.

Монтаж здания осуществляют следующим образом.

Возводят каркас здания, устанавливая в нем плиты перекрытия 1 и 2. Затем монтируют наружную стену, для чего внутренний слой 3 размещают в межэтажном пространстве и прикрепляют его к нижней и верхней плитам перекрытия 1 и 2, а именно горизонтальными поясами 7 пространственной панели посредством крепежных элементов 6.

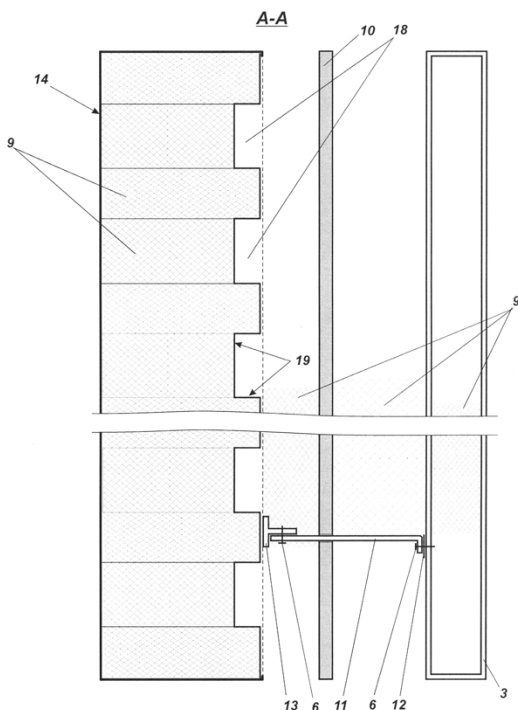


Рис. 3. Сечение А-А [4] на рис. 1, где: 6 – элемент крепления; 9 – утеплитель; 10 – плита; 11 – установочные кронштейны; 12 – теплоизоляционная подложка; 13 – лаги Т-образного профиля; 14 – сэндвич-панели; 18 – воздушные каналы; 19 – ступенчатый элемент.

Затем на стойках, поясах и раскосах пространственной панели внутреннего слоя 3 наружной стены через теплоизолирующую подложку 12 посредством крепежных элементов 6 закрепляют установочные кронштейны 11.

На установочные кронштейны 11 нанизывают плиту 10 и укладывают утеплитель 9, который размещают между плитой 10 и внутренним слоем 3 наружной стены – таким образом выполняют фасадный слой 4 наружной стены.

После чего на установленные кронштейны 11 закрепляют лаги 13 Т-образного профиля для монтажа облицовочного слоя 5 наружной стены, которые размещают вертикально на всю высоту стены здания. Причем облицовочный слой 5 наружной стены выполнен из сэндвич-панелей 14.

Выполнение облицовочного слоя 5 наружной стены из сэндвич-панелей 14 осуществляют следующим образом.

На вертикально размещенные лаги 13 Т-образного профиля монтируют сэндвич-панели 14. В начале снизу лаг 13 посредством крепежных элементов 6 закрепляют фрагмент верхнего смежного участка замкового соединения первой сэндвич-панели 14 в который затем устанавливают следующую сэндвич-панель 14 нижним смежным участком замкового соединения, собирая их в замок, а ее верхний смежный участок замкового соединения фиксируют посредством крепежных элементов 6. И так далее на вторую сэндвич-панель 14 устанавливают третью и последующие на всю высоту стены здания. По мере установки сэндвич-панелей 14 в образующуюся потайную нишу 17 укладывают утеплитель 9. При этом сэндвич-панели 14 устанавливают горизонтально так, чтобы, выполненные в них воздушные каналы 18, совпадали друг с другом и образовывали единую сеть воздушных каналов 18 на всю высоту стены здания Облицовочный слой 5 наружной стены из сэндвич-панелей 14 готов.

После монтажа наружных стен предлагаемой конструкции внутренние стены и перегородки монтируют по известной технологии.

Использование предлагаемого технического решения позволило создать не только элементы конструкции каркасного здания, повышающие теплотехнические свойства наружной стены независимо от климатических условий и времени года, но и повысить комфортность, надежность и создание выразительного архитектурного облика здания с применением современных материалов и конструкций.

#### **Библиографический список**

1. Патент на полезную модель № 45416 U1 Российская Федерация, МПК E04B 1/74, E04B 2/00. Система внешнего утепления здания "термошит" : № 2004128589/22 : заявл. 28.09.2004 : опубл. 10.05.2005 / Ю. И. Малащенко, С. А. Исаева ; заявитель Товарищество с обмеженою видповидальністю "МТД". – EDN UOUMGS.
2. Патент на полезную модель № 92040 U1 Российская Федерация, МПК E04B 1/74, E04B 2/00. система внешнего утепления здания : № 2009136875/22 : заявл. 05.10.2009 : опубл. 10.03.2010 / Р. Х. С. Юн, В. Г. Руженцев ; заявитель Открытое акционерное общество "Сибирский энергетический научно-технический центр". – EDN NIRLFO.
3. Анпилов, С. Пути прогресса и развития в науке / С. Анпилов. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 186 с. – ISBN 978-5-6044616-2-4. – DOI 10.51608/9785604461624. – EDN YTOIRW.
4. Патент на полезную модель № 158890 U1 Российская Федерация, МПК E04B 1/74. Сэндвич-панель : № 2015139766/03 : заявл. 18.09.2015 : опубл. 20.01.2016 / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, М. М. Гайнуллин [и др.]. – EDN WDKGVZ.
5. Применение нормативно-технических документов при проектировании и строительстве зданий и сооружений с использованием ЛСТК и настила армирующего "БИЗОН" / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, Г. В. Мурашкин, А. Н. Сорочайкин. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 82 с. – DOI 10.51608/1206572708. – EDN YOVBXL.

## СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОЛУЧЕНИЕМ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ И ОБЕЗЗАРАЖЕННЫХ ОТХОДОВ

© Автор 2023

**ЕЛИСЕЕВ Денис Сергеевич**

инженер

АНО «Институт судебной строительно-технической  
экспертизы»

(Россия, Тольятти)

**Аннотация.** Изобретение относится к очистке природных и сточных вод. Способ очистки сточных вод с получением очищенной воды и обеззараженных отходов включает очистку сточных вод посредством блочно-модульного комплекса, в котором установку биологической очистки выполняют в виде модуля грубой биологической очистки сточных вод, осуществляющего предварительное отделение твердых включений от мелких фракций посредством полимерной загрузки, и насыщают воду кислородом воздуха. До предварительного отделения твердых включений от мелких фракций удаляют из стоков крупные твердые частицы посредством сгустителя, установленного в модуле механической очистки сточных вод. После грубой биологической очистки удаляют органические загрязнения и биогенные элементы в мембранном биореакторе, который размещают в модуле тонкой очистки сточных вод. Затем в модуле адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды окисляют растворенные и взвешенные органические вещества, используя озон. Очищенную воду из модуля адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды направляют в накопитель очищенной воды, откуда насосом ее направляют на технические нужды, полив территории. Излишки очищенной воды самотеком удаляют в дренажные колонны или фильтрационные колодцы для утилизации воды. Доочистку очищенной воды осуществляют в установке обратного осмоса, которую устанавливают после дренажных колонн, после чего чистую воду используют для пополнения водоема для разведения рыб. Изобретение обеспечивает экологическую безопасность, высокое качество очистки вод, позволяющее пополять очищенной водой водоемы для разведения рыб.

**Ключевые слова:** строительная отрасль, зеленая экономика; патент; экологическая безопасность; очистка сточных вод; отходы

Изобретение относится к области очистки природных и сточных вод, и может быть использовано для очистки хозяйственно-бытовых или приравненных к ним по составу производственных сточных вод не только от одного или нескольких жилых объектов, отдаленных от существующих систем канализации, очистных сооружений, а именно для очистки сточных вод коттеджей, турбаз и кемпингов, придорожных кафе и гостиниц, АЗС, от временных зданий и сооружений, строительных городков до строящихся объектов, предприятий и т.д., но и от коттеджного поселка до микрорайона за счет возможности большего объема переработки.

Известен способ очистки сточных вод по патенту Российской Федерации №2299864 2007 г. [1], включающий их смешение с активным илом, аэрацию потока иловой смеси в аэротенке, разделение иловой смеси и возврат активного ила в аэротенк. Сточные воды подают в камеру предварительной очистки, из которой их откачивают насосом в аэротенк с расходом потока, превышающим расход сточных вод, поступающих на очистку, с возвратом соответствующей разницы в расходах в виде водоиловой смеси с выхода аэротенка в камеру предварительной очистки, причем эту разницу рассчитывают из условий срабатывания уровня сточных вод в камере предварительной очистки до отметки, при которой насос отключают на время, в течение которого производят заполнение камеры предварительной очистки поступающими сточными водами, с обеспечением заданных параметров по нагрузке на активный ил по органическим загрязнениям в режиме прерывистой аэрации. Заданную нагрузку на активный ил по органическим загрязнениям выбирают в пределах 100-240 мг БПК/(г ила-сутки).

Реализация данного способа позволяет снизить строительные и эксплуатационные затраты на очистку сточных вод, режим «прерывистой аэрации», используемый в технологическом процессе, обеспечивается автоматически, при этом его использование снижает объемы избыточного активного ила, улучшает перемешивание сточных вод и устраняет застойные зоны в ней.

Однако, такой способ не дает достаточной степени очистки сточных вод, позволяющей дальнейшее их использование в том числе для технического водоснабжения, например, для туалетов в жилых домах, для полива улиц, зеленых насаждений.

Известен способ биологической очистки сточных вод по патенту Российской Федерации №2489366 2013 г. [2]. Согласно способу осуществляют подачу сточных вод посредством патрубка подачи в аэрационную камеру с направляющей трубой, в которую посредством диффузора аэратора подают воздух для смешивания его со сточной водой, осажженный при обработке активный ил удаляют посредством стояка для откачки избыточного активного ила, а очищенную воду самотеком удаляют через выходной патрубок кольцевого водослива, отличающийся тем, что аэрационную камеру выполняют с глухим днищем, а диффузор аэратора размещают вблизи глухого днища, направляющую трубу выполняют в форме обратного конуса по отношению к нижней части аэрационной камеры, нижний торец направляющей трубы размещают над глухим днищем аэрационной камеры и выше этого торца направляющей трубы в конической части аэрационной камеры выполняют отверстия для выхода очищенной воды и активного ила, при этом осуществляют предварительное отделение твердых включений от мелких фракций, после которого в зону разделения подают воздух посредством диффузора аэратора, где смешивают его с поступившей сточной водой, причем перед сбросом в грунт очищенной воде проводят доочистку на песчано-щебеночном фильтре, а предварительное отделение твердых включений от мелких фракций осуществляют с помощью полимерной загрузки для прикрепленного активного ила, посредством которой образуют биологический фильтр для предварительной очистки. Песчано-щебеночный фильтр выполняют в виде фильтрационного колодца, или в виде кассеты, или в виде траншеи.

Описанный способ представляет собой несложный технологический процесс биологической очистки, позволяющий очищать сточные воды с высокой степенью очистки посредством насыщения стоков кислородом воздуха, за счет чего создается благоприятная среда для развития аэробных микроорганизмов, которые, образуя ценозы в виде хлопьев активного ила, осуществляют биологическую деструкцию органических загрязнений, содержащихся в поступающих в установку сточных

водах, что значительно улучшает очистку до возможности использования очищенной воды в хозяйстве.

Однако, данный способ реализован посредством установки, компактной с высокой степенью очистки и объемом переработки применительно к индивидуальному домостроению или отдельно стоящим сооружениям или объектам. Качество очистки позволяет использовать очищенные воды только в отдельно стоящем объекте, в том числе на технические нужды, но никак в качестве питьевой воды, или воды пригодной для сброса в водоем для разведения рыбы и его пополнения.

Известен способ обработки сточных вод с получением очищенной воды и обеззараженных отходов по патенту Российской Федерации №2475458 2013 г. [3], принятый заявителем за прототип.

Способ обработки сточных вод с получением очищенной воды и обезвреженных отходов, включает процеживание сточных вод в решетках, механическую очистку в песколовках, промывку, прессование и сушку отбросов с решеток и песколовков, выравнивание расходов сточных вод по часам суток за счет резервуаров усреднителей расходов, биологическую очистку сточных вод в ступенчатых биореакторах нитриденитрификации с рециркуляцией активного ила и биоценозов, прикрепленных на волокнистой ершовой насадке, доочистку сточных вод в фильтрационных устройствах с волокнистой ершовой насадкой, зернистым антрацитом и дозированием реагентов для связывания фосфатов в нерастворимые вещества и задержания нерастворимых взвешенных веществ, выделение во вторичных тонкослойных отстойниках возвратного и избыточного активного ила, реагентную обработку активного ила и обезвоживание совместно с осадком, выделенным из регенерационных и промывных вод доочистки, обеззараживание доочищенной воды облучением ультрафиолетовыми лучами, сушку и обеззараживание обезвоженных осадков. Вентиляционный воздух от сооружений механической очистки сточных вод подают посредством воздуходувок на ступень высокоскоростной аэробной биологической очистки сточных вод сообществом органогетеротрофов, прикрепленных на ершовой насадке и в составе свободноплавающего активного ила, выделяющийся из биореакторов денитрификации отработанный воздух другой группой воздуходувок нагнетается в биореакторы нитрификации, а выделяющийся из биореакторов нитрификации отработанный воздух пропускается через систему устройств электрокаталитического обеззараживания и обезвреживания перед выпуском в систему отвода обезвреженного воздуха в окружающую воздушную среду, высушенные при температуре 240°C до влажности 25% и обеззараженные и охлажденные до 40°C отходы из отбросов и осадков сточных вод фасуются и упаковываются в герметичные блок-пакеты, транспортируются в места складирования или утилизации.

Данный технологический процесс обработки сточных вод позволяет разрешать строить на его основе канализационные очистные станции в центре жилой застройки, сокращая этим длины канализационных сетей, количество перекачивающих насосных станций и, создавая возможность широкого использования очищенной воды для нужд технического водоснабжения предприятий, полива улиц и зеленых насаждений (особенно в жаркое время года), замену расходованной питьевой воды для нужд водоснабжения туалетов технической.

Однако, качество очистки сточных вод не позволяет использовать ее для пополнения водоема для разведения рыбы и, тем более, использовать в качестве воды для технических нужд жилых и общественных объектов.

Технической задачей предлагаемого изобретения является разработка и создание способа и установки для очистки хозяйственно-бытовых или приравненных

к ним по составу производственных сточных вод, обладающих высоким экологическим эффектом, несложными в управлении, модульной конструкцией установки, обеспечивающей высокое качество очистки стоков, чтобы создать возможность широкого использования очищенной и обеззараженной воды для оборотного технического водоснабжения, в том числе для полива улиц, зеленых насаждений в маловодных регионах с жарким климатом, а также для пополнения водоема для разведения рыбы. Кроме того, установка должна быть простой в изготовлении и исключительно удобной в обслуживании. Изобретение должно обеспечивать стабильное высокое качество очистки, большие технологические возможности за счет очистки с непрерывным протеканием загрязнений из модуля в модуль по кругу, которое позволит обойтись без дополнительных стадий и устройств для рециркуляции ила, а также рациональное использование объемов сооружений биологической очистки сточных вод и сооружений механической очистки, получение стабильных параметров качества очищенной воды. Повышение санитарной надежности, экологической безопасности и экономичности процесса оборотного водоснабжения, расширение области применения от коттеджного поселка до микрорайона или предприятия.

Поставленная задача решается тем [см. 4-5], что в предлагаемом решении, включающем использование комплекса, в котором осуществляют предварительную механическую очистку сточных вод от крупных твердых частиц, биологическую очистку с насыщением воды кислородом воздуха и доочистку, очистку сточных вод осуществляют посредством блочно-модульного комплекса, в котором установку биологической очистки выполняют в виде модуля грубой биологической очистки сточных вод, осуществляющем предварительное отделение твердых включений от мелких фракций посредством полимерной загрузки, выполняющей роль биологического фильтра для предварительной очистки, и насыщают воду кислородом воздуха, до предварительного отделения твердых включений от мелких фракций в модуле грубой биологической очистки удаляют из стоков крупные твердые частицы посредством сгустителя, установленного в модуле механической очистки сточных вод, размещенного перед модулем грубой биологической очистки, после грубой биологической очистки удаляют органические загрязнения и биогенные элементы в мембранном биореакторе, который размещают в модуле тонкой очистки сточных вод, затем в модуле адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды окисляют растворенные и взвешенные органические вещества, присутствующие в сточной воде, используя в качестве окислителя озон, получают очищенную воду, которую из модуля адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды направляют в накопитель очищенной воды, откуда насосом ее направляют на технические нужды, полива территории, а излишки очищенной воды самотеком удаляют в дренажные колонны или фильтрационные колодцы для утилизации воды, причем доочистку очищенной воды осуществляют в установке обратного осмоса, которую устанавливают после дренажных колонн и используют для разделения растворенных в воде веществ на молекулярном уровне, после чего чистую воду используют для пополнения водоема для разведения рыбы.

Кроме того, образовавшиеся в модуле тонкой очистки и модуле адсорбции и химического окисления воды или декарбонизации воды ил и осадки направляют в модуль грубой биологической очистки на повторную переработку, а затем выпавшие в осадок отходы принудительно насосом перекачивают в модуль механической очистки, где осуществляют дополнительную обработку отходов, которые после этого обезвоживают и обеззараживают в модуле обезвоживания и обеззараживания, в котором устанавливают центрифугу и фильтр-пресс, твердые отходы направляют на брикетирование в соответствующую установку, а полученные брикеты используют

для производства удобрений или пакетируют в герметичные блок-пакеты и направляют на утилизацию обеззараженных отходов.

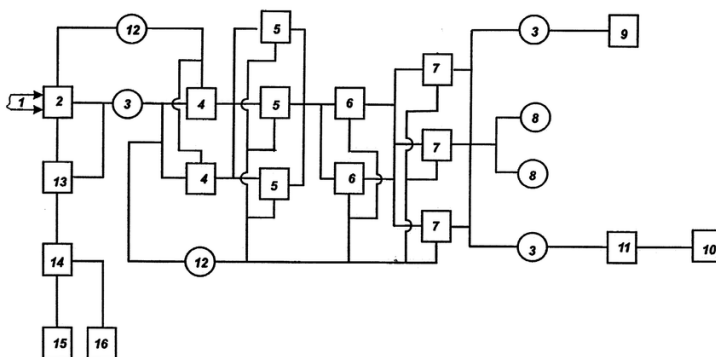


Рис. Блочная схема блочно-модульного комплекса очистки сточных вод [4], где: 1 – патрубок подачи сточных вод; 2 – модуль механической очистки сточных вод со встроенным в него сдушителем; 3 – насос перекачки сточной воды; 4 – модуль грубой биологической очистки сточных вод; 5 – модуль тонкой очистки сточных вод; 6 – модуль адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды; 7 – накопитель очищенной воды; 8 – дренажные колонны или фильтрационные колодцы для утилизации воды; 9 – технический водопровод; 10 – водоем для разведения рыбы; 11 – установка «обратного осмоса»; 12 – насос подачи осадка; 13 – модуль обезвоживания и обеззараживания отходов; 14 – установка по брикетированию; 15 – места реализации; 16 – места утилизации обеззараженных отходов.

Кроме того, в блочно-модульном комплексе устанавливают не менее двух модулей грубой очистки и двух модулей тонкой очистки, не менее двух модулей адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды, после которых устанавливают не менее трех накопителей очищенной воды и не менее двух дренажных колонн или фильтрационных колодцев, а также одного модуля обезвоживания и обеззараживания отходов и одной установки обратного осмоса.

Технический результат от использования предлагаемого технического решения заключается в повышении санитарной надежности, экологической безопасности и экономичности, в расширении области применения за счет создания технологического процесса с высоким экологическим эффектом, обеспечивающим оборотное водоснабжение для технических нужд с высоким качеством очистки стоков до степени очищенной воды, пригодной для пополнения водоема и разведения рыбы.

На чертеже изображена блочная схема блочно-модульного комплекса очистки сточных вод с получением очищенной воды и обеззараженных отходов.

Спроектированный из модулей, организованный процесс очистки сточных вод позволяет осуществить практически полное биологическое разложение органических соединений в воде. Высокая эффективность очистки позволяет вести сброс очищенной воды в водоемы рыбо-хозяйственного назначения. Блочно-модульные комплексы очистки сточных вод полностью соответствуют требованиям к

эксплуатации в суровых российских условиях и жестким санитарным нормам. Поэтому область применения таких комплексов чрезвычайно широка: от коттеджного поселка до микрорайона, или предприятия.

Представленный на чертеже в виде блочной схемы блочно-модульный комплекс очистки сточных вод, предлагается для реализации заявленного способа, включающий ряд модулей, устройств и механизмов, используемых для очистки сточных вод.

В комплекс очистки включены патрубок 1 подачи сточных вод в модуль 2 механической очистки сточных вод со встроенным в него сгустителем, насос 3 перекачки сточной воды в модуль 4 грубой биологической очистки сточных вод, в котором осуществляют предварительное отделение твердых включений от мелких фракций посредством полимерной загрузки и насыщают воду кислородом воздуха, т.е. осуществляют аэрацию.

Дальше по технологической цепочке последовательно с модулем 4 грубой биологической очистки установлен модуль 5 тонкой очистки сточных вод, в котором размещен мембранный биореактор усиливающий качество очистки сточных вод посредством удаления органических загрязнений и биогенных элементов. После модуля 5 тонкой очистки установлен модуль 6 адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды, где окисляют растворенные и взвешенные органические вещества, присутствующие в сточной воде, а в качестве окислителя используют озон, который разрушает в водных растворах органические вещества и получают очищенную воду.

За модулем 6 адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды размещен накопитель 7 очищенной воды и дренажные колонны 8 или фильтрационные колодцы для утилизации воды. К накопителю 7 очищенной воды подведен технический водопровод 9, который передает очищенную воду на технические нужды.

Дальше, перед сбросом очищенной воды в водоем 10 для разведения рыбы, в комплекс очистки включена установка 11 «обратного осмоса», где осуществляют доочистку очищенной воды и достигают гораздо более высокой степени очистки воды, чем в основных классических методах фильтрования, базирующихся на адсорбции загрязнителей на активированном угле и фильтрации механических примесей.

Между модулем 2 механической очистки сточных вод и модулем 4 грубой биологической очистки установлен насос 12 подачи осадка, выпавшего в модуле 4 грубой очистки, в модуль 2 механической очистки для повторной переработки.

Модуль 2 механической очистки соединен с модулем 13 обезвоживания и обеззараживания отходов, в который выделенные осадки и крупные частицы из модуля 2 механической очистки направляют для обезвоживания и обеззараживания. В модуле обезвоживания и обеззараживания устанавливают центрифугу и фильтр-пресс. Обезвоживание пенного продукта флотации (шлама), например, на рамном фильтр-прессе достигает 70%, а обезвоженный шлам может использоваться в качестве вторсырья, например, в строительном производстве.

В центрифуге поданный в нее шлам уплотняют и обезвоживают. В результате выходит кек с высоким содержанием сухого остатка, а очищенную воду направляют обратно по барабану и сбрасывают в цилиндрическую часть барабана, или подают в модуль 4 грубой биологической очистки сточных вод.

Обезвоженные и обеззараженные отходы направляют в соответствующую установку 14 по брикетированию, где полученные брикеты используют для производства удобрений или строительных материалов, или фасуют и упаковывают

брикеты в герметичные блок-пакеты, транспортируют в места 15 реализации или направляют на утилизацию 16 обеззараженных отходов.

Способ очистки сточных вод с получением очищенной воды и обеззараженных отходов осуществляют следующим образом.

Сточные воды по патрубку 1 подачи сточных вод подают в модуль 2 механической очистки, где предварительно удаляют из стоков крупные твердые частицы, используя для этого сгуститель - отстойник. После предварительной очистки сточных вод от крупных твердых частиц, стоки насосом 3 направляют в модуль 4 грубой биологической очистки сточных вод, в котором осуществляют предварительное отделение твердых включений от мелких фракций посредством полимерной загрузки, которая выполняет роль биологического фильтра для предварительной очистки, и насыщают воду кислородом воздуха, то есть осуществляют аэрацию, тем самым освобождают воду от нежелательных или избыточных газов и обеспечивают жизнедеятельность микроорганизмов, осуществляющих процесс минерализации растворенных в сточных водах органических и других загрязнений.

Таких модулей в блочно-модульном комплексе устанавливают не менее двух. В сооружениях биологической очистки сточных вод аэрацию воды производят для обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов (аэробных бактерий), осуществляющих процесс минерализации растворенных в сточных водах органических веществ и других загрязнений.

После предварительной очистки сточных вод от крупных твердых частиц в модуле 2 механической очистки и в модуле 4 грубой очистки, удаляют органические загрязнения и биогенные элементы без использования вторичных отстойников и блока доочистки в мембранном биореакторе, который размещают в модуле 5 тонкой очистки сточных вод. Мембранный биореактор гарантирует качество очистки сточных вод, имеет минимальные габариты, отсутствие выноса ила, простота эксплуатации, может работать полностью в автоматическом режиме.

Мембранные биореакторы позволяют реализовать современную технологию очистки сточных вод. Данная технология позволяет добиться качества очищенной воды, удовлетворяющего требованиям для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения. Технология мембранного биореактора незаменима в условиях ограниченности места для строительства очистных и высоких требований к степени очистки.

Модулей 5 тонкой очистки сточных вод в блочно-модульном комплексе устанавливают не менее двух.

Предварительно очищенные сточные воды из модуля 5 тонкой очистки направляют в модуль 6 адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды, где окисляют растворенные и взвешенные органические вещества, присутствующие в сточной воде, а в качестве окислителя используют озон. Озон, являясь сильным окислителем, обладает способностью разрушать в водных растворах органические вещества. При озонировании окисляются как растворенные, так и взвешенные органические вещества, присутствующие в сточной воде. Для снижения расхода озона целесообразно применять озонирование на завершающей стадии глубокой очистки сточных вод после максимального удаления из воды взвесей.

По сравнению с другими окислителями (например, хлор) озон имеет ряд преимуществ: его можно получать непосредственно на очистных сооружениях, причем сырьем для его получения служит технический кислород или атмосферный воздух, процесс легко поддается автоматизации. Озонирование, несмотря на относительно высокую стоимость обработки сточных вод, привлекает в первую

очередь высокой реакционной способностью, сильным бактерицидным действием, возможностью получения озона на месте, отсутствием в озонируемой воде остаточных концентраций озона, который, будучи нестойким соединением, быстро переходит в кислород. Поэтому озон является перспективным окислителем в технологии глубокой очистки сточных вод.

В предложенном процессе очистки сточных вод используют не менее двух модулей 6 адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды.

Из модуля 6 адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды предварительно очищенную воду направляют в накопитель 7 очищенной воды, излишки которой самотеком удаляют в дренажные колонны 8 или фрикционные колодцы для утилизации воды, а часть насосом 3 перекачивают в технический водопровод 9 и передают на технические нужды, полив территории. Для получения высокого качества очищенной воды, используемой в дальнейшем в хозяйстве, желательно размещать не менее трех накопителей 7 очищенной воды и не менее двух дренажных колонн 8 или фрикционных колодцев.

С этой же целью перед сбросом очищенной воды в водоем 10 для разведения рыбы ее насосом 3 направляют на доочистку в установку 11 «обратного осмоса», которую устанавливают после дренажных колонн 8 и используют для разделения растворенных в воде веществ на молекулярном уровне. В установке 11 «обратного осмоса» достигают гораздо более высокой степени очистки воды, чем в основных классических методах фильтрования, базирующихся на адсорбции загрязнителей на активированном угле и фильтрации механических примесей. В этом процессе вода и растворенные в ней вещества разделяют на молекулярном уровне, после чего чистую воду используют для пополнения водоема 10 для разведения рыбы.

Использование установок «обратного осмоса» имеет следующие преимущества, например:

- степень извлечения загрязняющих веществ - 99,9%;
- уникальное качество очищенной воды:
- удаление низкомолекулярных гуминовых соединений, придающих воде желтоватый оттенок и ухудшающих ее органолептические свойства;
- универсальность - эффективное извлечение смеси загрязняющих веществ: ионы тяжелых металлов + ионы кальция и магния + фосфаты, сульфаты и хлориды;
- отсутствие вторичного загрязнения воды;
- длительный срок службы системы при периодической обратной промывке мембран;
- простота и надежность в эксплуатации, автоматизированный режим работы;
- высокая рентабельность;
- высокая экологическая безопасность.

Кроме того, использование установок «обратного осмоса» и нанофильтрации позволяет получить мягченную воду высокого качества в процессе водоподготовки и воду для промывных операций и приготовления растворов электролитов при создании систем оборотного водоснабжения предприятий машиностроительного комплекса.

После обработки в установке «обратного осмоса» полученную чистую воду можно гарантированно использовать для пополнения водоема для разведения рыбы.

Образовавшиеся в модуле 5 тонкой очистки, модуле 6 адсорбции и химического окисления или декарбонизации воды, а также в накопителе 7 очищенной воды ил и твердые осадки направляют в модуль 4 грубой очистки на повторную переработку, а затем выпавшие в осадок направленные в него на повторную переработку и находящиеся в нем отходы принудительно насосом 12 перекачивают в модуль 2 механической очистки сточных вод, где осуществляют дополнительную обработку

отходов, которые после этого обезвоживают и обеззараживают в модуле 13 обезвоживания и обеззараживания.

В центрифуге поданный в нее шлам уплотняется и обезвоживается. В результате выходит кек с высоким содержанием сухого остатка, а очищенная вода проходит обратно по барабану и сбрасывается в цилиндрической части барабана, или подается в модуль 4 грубой очистки сточных вод.

Обезвоженные и обеззараженные отходы направляют в соответствующую установку 14 по брикетированию, где полученные брикеты используют для производства удобрений или строительных материалов, или фасуют и упаковывают брикеты в герметичные блок-пакеты, транспортируют в места 15 реализации или направляют на утилизацию 16 обеззараженных отходов.

Аэрация, используемая в предлагаемом техническом решении - это технологический процесс, цель которого компенсировать дефицит кислорода в исходной воде (для ее последующего обезжелезивания) или освободить ее от нежелательных или избыточных газов. В масштабах экономики и производства отрасль, которая использует технологию аэрации - рыбная промышленность. Самостоятельная аэрация пруда или другого водоема, в котором происходит разведение рыбы, практически невозможна, итогом этого является пониженный уровень кислорода в воде.

Сложившееся сегодня положение в области ресурсопотребления и масштабы промышленных выбросов позволяют сделать вывод о том, что имеется только один путь решения проблемы оптимального потребления природных ресурсов и охраны окружающей среды - создание экологически безвредных технологических процессов, или безотходных, а на первое время - малоотходных. Это единственный способ, подсказанный самой природой.

Использование предлагаемого технического решения позволило создать технологический процесс очистки сточных вод с получением очищенной воды и обеззараженных отходов и реализовать его с помощью блочно-модульного комплекса, который обладает простотой в изготовлении и исключительно удобен в обслуживании, обеспечивает стабильное высокое качество очистки, имеет широкие технологические возможности за счет очистки с непрерывным протеканием загрязнений из модуля в модуль по кругу, что позволяет обойтись без дополнительных стадий и устройств для рециркуляции ила, а также рациональное использование объемов сооружений биологической очистки сточных вод и сооружений механической очистки сточных вод, осуществление оборотного водоснабжения для технических нужд и получение стабильных параметров качества очищенной воды. Кроме того, использование предлагаемого технического решения позволило повысить санитарную надежность, экологическую безопасность и экономичность процесса, расширить область его применения от коттеджного поселка до микрорайона, или предприятия.

### **Библиографический список**

1. Патент № 2299864 C1 Российская Федерация, МПК C02F 3/02, C02F 3/12. способ очистки сточных вод : № 2005132667/15 : заявл. 25.10.2005 : опубл. 27.05.2007 / А. И. Михайленко, Т. М. Михайленко, Д. А. Михайленко, В. В. Шаров. – EDN NP1FER.
2. Патент № 2489366 C2 Российская Федерация, МПК C02F 3/02, C02F 3/20, C02F 103/20. способ биологической очистки сточных вод : № 2011142344/05 : заявл. 19.10.2011 : опубл. 10.08.2013 / А. В. Горев, С. Г. Марков ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "ЭКОЛАЙН-БИО". – EDN MBGPYE.

3. Патент № 2475458 С2 Российская Федерация, МПК С02F 9/14. Способ обработки сточных вод с получением очищенной воды и обеззараженных отходов : № 2010117139/05 : заявл. 29.04.2010 : опубл. 20.02.2013 / Н. И. Куликов, М. Г. Зубов, Г. М. Зубов [и др.] ; заявитель Закрытое акционерное общество "Компания "Экос". – EDN YNOPUL.
4. Патент № 2701827 С1 Российская Федерация, МПК С02F 9/14, С02F 3/12, С02F 3/06. Способ очистки сточных вод с получением очищенной воды и обеззараженных отходов : № 2018142124 : заявл. 28.11.2018 : опубл. 01.10.2019 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов, Д. С. Елисеев [и др.]. – EDN PBDAJB.
5. Анпилов, С. Пути прогресса и развития в науке / С. Анпилов. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 186 с. – ISBN 978-5-6044616-2-4. – DOI 10.51608/9785604461624. – EDN YTOIRW.

## НЕСЪЕМНАЯ ОПАЛУБКА МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

© Автор 2023  
SPIN: 2492-7355  
AuthorID: 625302

**ЕРЫШЕВ Валерий Алексеевич**  
доктор технических наук, советник РААСН, профессор  
кафедры Тольяттинский государственный университет  
(Россия, Тольятти, e-mail: gsx@tltsu.ru)

***Аннотация.** Изобретение относится к области строительства, а именно к монолитным кессонным перекрытиям и потолкам с использованием несъемной опалубки. Технической задачей изобретения является сокращение трудозатрат при возведении перекрытия и повышение несущей способности за счет использования арматурного каркаса перекрытия в виде пространственной фермы, изготовленной из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля. Профилированный настил, используемый в качестве несъемной опалубки, выполнен сборным из универсальных модульных элементов, а каждый арматурный каркас выполнен в виде пространственной ферм.*

***Ключевые слова:** строительство; строительные материалы; строительные конструкции; патент; кессонные перекрытия; несъемная опалубка; ЛСТК*

Изобретение относится к области строительства, а именно к перекрытиям зданий и сооружений, в частности к монолитным кессонным перекрытиям и потолкам, и может быть использовано в конструкции несъемной опалубки в гражданском и промышленном строительстве.

Известна несъемная панельная опалубка монолитного перекрытия по патенту Российской Федерации №47023 2005 г. [1], выполненная в виде плоской панели, над верхней стороной которой, заливаемой при сооружении монолитного перекрытия бетоном или другим твердеющим раствором, выступают продольные ребра, каждое из которых состоит из наклонных боковых стенок и верхней полки, соединяющей указанные стенки, при этом у каждого из продольных ребер панели ширина основания больше ширины верхней полки. В каждом продольном ребре панели соединение каждой боковой стенки с верхней полкой выполнено в виде продольного бокового наружного выступа, а на наружной стороне каждой боковой стенки каждого продольного ребра панели выполнены >-образные наружные выступы, расположенные равномерно по длине упомянутой боковой стенки и направленные вдоль последней. На верхней стороне панели между каждыми двумя смежными продольными ребрами выполнен продольный выступ.

Данная опалубка обеспечивает высокую продольную жесткость, ускорение сооружения и снижение стоимости монолитных перекрытий за счет исключения необходимости установки в них укрепляющей арматуры. Но это одновременно ограничивает несущую способность перекрытия, снижает прочность и жесткость перекрытия в целом, что ограничивает использование такой опалубки, применение которой возможно на объектах для возведения малонагруженных перекрытий.

Известно монолитное перекрытие по авторскому свидетельству СССР №881236 1981 г. [2], содержащее несъемную опалубку из профилированного настила с гофрами в

виде перевернутой трапеции и стержневые арматурные каркасы, слой бетона. Арматурные каркасы выполнены повторяющимися профиль гофр.

Однако конструкция этой опалубки имеет ограниченную в определенных условиях строительства несущую способность и требует применения дополнительных теплозвукоизолирующих мероприятий для возводимого перекрытия.

Известно монолитное перекрытие по свидетельству на полезную модель Российской Федерации №22164 2002 г. [3], принятое заявителем за прототип. Для его изготовления используют несъемную опалубку из профилированного настила и арматурные каркасы, слой бетона, дополнительный слой полистиролбетона, который уложен поверх слоя бетона, а арматурные каркасы выполнены трехстержневыми, при этом нижние стержни расположены в слое бетона, а верхние - в слое полистиролбетона.

Основное назначение данного технического решения заключается в создании монолитного перекрытия с повышенными теплозвукоизоляционными свойствами при простоте изготовления и определенной несущей способности. А использование в качестве укрепляющей арматуры арматурного каркаса усиливает прочность монолитного перекрытия, но значительно утяжеляет конструкцию и повышает его стоимость.

Технической задачей изобретения является создание несъемной опалубки позволяющей сократить трудозатраты при ее установке для возведения монолитного перекрытия объекта заданной несущей способности и надежности за счет использования арматурного каркаса перекрытия в виде пространственной фермы, изготовленной из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля.

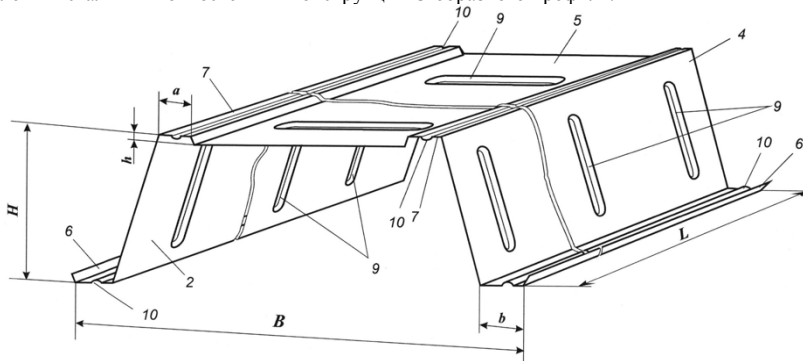


Рис. 1. Универсальный модульный элемент [4], где: 2 – кессонообразователи; 4 – профиль универсального модульного элемента; 5 – основание-полка; 6 – отбортовка; 7 – выступы; 8 – поперечные ребра жёсткости; 10 – продольные канавки жесткости.

Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом решении профилированный настил выполнен сборным из универсальных модульных элементов, а каждый арматурный каркас выполнен в виде пространственной фермы [см. 4-5].

Кроме того, универсальный модульный элемент выполнен в поперечном сечении в виде незамкнутой трапеции с малым основанием-полкой и представляет собой кессонообразователь для размещения арматурного каркаса и заполнения бетоном, а нижнее большее основание трапеции профиля универсального модульного элемента выполнено незамкнутым и состоит из отбортовок, а на плоскости основания-полки выполнены выступы, ширина «а» выступа равна наименьшей ширине «б» отбортовки, а высота выступа «h» равна не менее величины защитного слоя бетона арматурной сетки, высота «H» универсального модульного элемента или высота незамкнутой трапеции

равна не менее 1/30 пролета монолитной конструкции, а кессонообразователи размещены с шагом не более пяти высот универсального модульного элемента.

Кроме того, пространственная ферма выполнена сборной из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля [см. подробнее 6], нижний и верхний пояса пространственной фермы соединены между собой стойками и раскосами, в стойках и раскосах выполнены отверстия для размещения дополнительной арматуры, или канатов, а в верхнем поясе выполнены отверстия для пропуска бетона при возведении монолитного перекрытия.

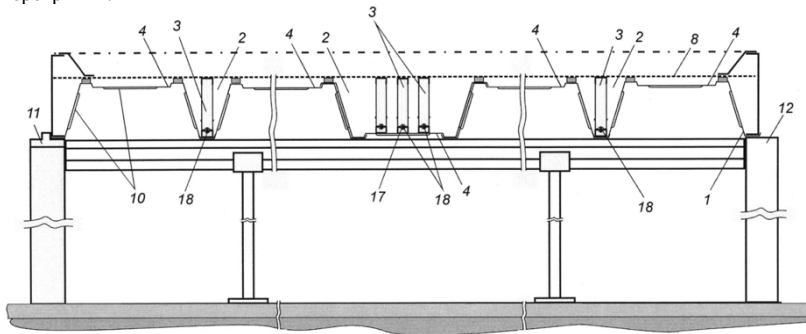


Рис. 2. Несъемная опалубка монолитного перекрытия, собранная из универсальных модульных элементов и с арматурным каркасом, выполненным в виде пространственной фермы из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля [4], где: 1 – панель; 2 – кессонообразователи; 3 – пространственная ферма; 4 – профиль универсального модульного элемента; 10 – продольные канавки жесткости; 11 – ригель; 12 – стена; 17 – отверстия; 18 – дополнительная арматура.

Кроме того, нижние и верхние концы стоек и раскосов обжаты в местах соединения с нижним и верхним поясами пространственной фермы, а в нижнем и верхнем поясах в местах соединения со стойками и раскосами выполнены вырезы полочки С-образного профиля, и вырез полочки выполнен параллельно боковой поверхности установленного в пространственной ферме раскоса или стойки.

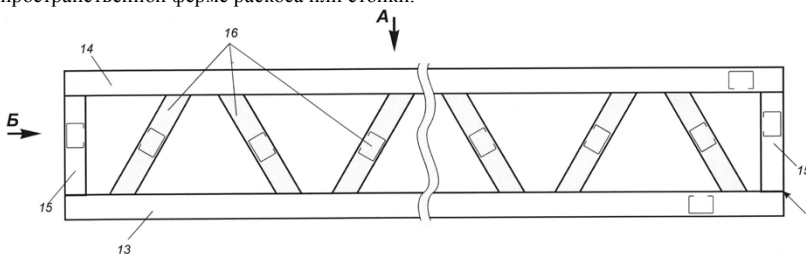


Рис. 3. Арматурный каркас в виде пространственной фермы в качестве арматурного каркаса (вид спереди) [4], где: 13 – нижний пояс; 14 – верхний пояс; 15 – соединительные стойки; 16 – соединительные раскосы.

Кроме того, отверстия в стойках и раскосах в собранной пространственной ферме размещены соосно и выполнены от основания пространственной фермы на величину защитного слоя бетона.

Технический результат от использования предлагаемого изобретения заключается в том, что получена облегченная конструкция несъемной несущей опалубки с арматурным каркасом, выполненным в виде пространственной фермы из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля, обеспечивающих заданную прочность, надежность несъемной опалубки и несущую способность монолитного перекрытия.

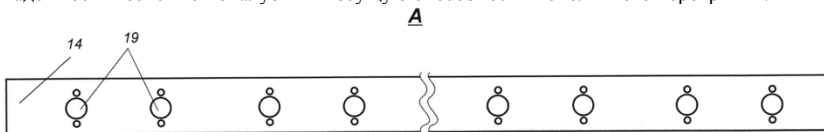


Рис. 4. Вид А на рис. 3, пространственная ферма, вид сверху [4], где: 14 – верхний пояс; 19 – отверстия для пропуска бетона.

на фиг.7 - пространственная ферма, вид спереди сверху, в сборе;

на фиг.8 - пространственная ферма, вид сбоку с установленной дополнительной арматурой, в сборе.

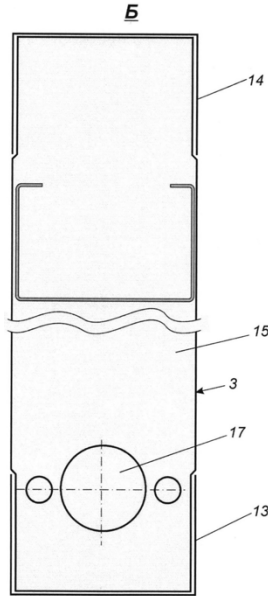
Несъемная опалубка монолитного перекрытия состоит из панели 1, которая выполнена, например, из профилированного настила с кессонообразователями 2, и арматурных каркасов, размещенных в кессонообразователях 2 и выполненных в виде пространственной фермы 3. Причем профилированный настил выполнен сборным из универсальных модульных элементов 4.

Известны индустриальные опалубочные системы, но они недостаточно универсальны в применении и в основном используются с грузоподъемными механизмами [7, с. 36-258, с. 151-159, рис. 2.2.36-2.2.40].

Применение модульных элементов несъемной опалубки позволяет осуществлять производство строительных конструкций с различными планировочными решениями.

Изготовление модульных элементов несъемной опалубки не требует значительной материально-технической базы. Небольшой вес элементов дает возможность их устанавливать без грузоподъемных механизмов. Установка готовых модулей позволяет сократить время при монтаже опалубки и снизить себестоимость работ.

Основным элементом заявленной несъемной опалубки монолитного перекрытия является универсальный модульный элемент 4, с применением которого сооружают в основном все монолитные конструкции здания. Он выполнен из оцинкованной или нержавеющей стали способом холодной штамповки или проката и имеет сечение в виде незамкнутой трапеции. Универсальные модульные элементы 4, собранные в конструкцию, составляющую определенную опалубочную систему для возведения необходимого монолитного элемента здания, образуют в собранном виде кессонообразователи 2, предназначенные для размещения в них, например, арматурных каркасов, труб или другого инженерного оборудования.



*Рис. 5. Вид Б на рис. 3, пространственная ферма, вид сбоку [4], где: 3 – пространственная ферма; 13 – нижний пояс; 14 – верхний пояс; 15 – соединительные стойки; 16 – соединительные раскосы; 17 – отверстия.*

Профиль универсального модульного элемента 4 в сечении представляет незамкнутую трапецию, верхнее малое основание которой представляет собой основание-полку 5, а нижнее большее основание выполнено незамкнутым и состоит из отбортовок 6. На плоскости основания-полки 5 выполнены выступы 7. Причем ширина «а» выступа 7 равна наименьшей ширине «b» отбортовки 6, а высота выступа 7 «h» равна не менее величины защитного слоя бетона арматурной сетки 8, уложенной на дистанцеры и универсальные модульные элементы 4 собранной несъемной опалубки. Высота «H» универсального модульного элемента 4 или высота незамкнутой трапеции равна не менее 1/30 пролета сооружаемого монолитного перекрытия. На поверхности универсального модульного элемента 4, а именно на основании-полке 5 и боковых поверхностях незамкнутой трапеции профиля универсального модульного элемента 4, выполнены поперечные ребра жесткости 9. Причем выполнены они выпуклыми или вогнутыми в виде зигов, которые придают большую жесткость универсальному модульному элементу 4. А для придания дополнительной жесткости универсальному модульному элементу 4 и всей собранной несъемной опалубке в выступах 7 и отбортовках 6 выполнены продольные канавки жесткости 10, упрощающие, кроме того, ориентацию и стыковку элементов 4 при сборке профилированного настила.

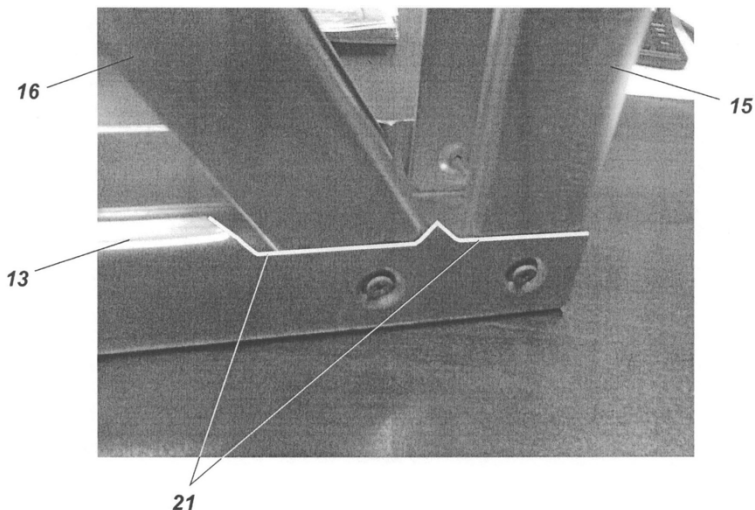


Рис. 6. Фрагмент пространственной фермы: соединение элементов пространственной фермы арматурного каркаса [4], где: 13 – нижний пояс; 15 – соединительные стойки; 16 – соединительные раскосы; 17 – вырез.

Таким образом, установленный основанием-полкой 5 на ригель 11 или стену 12 универсальный модульный элемент 4 представляет собой кессонообразователь 2 для размещения арматурного каркаса, выполненного в виде, например, пространственной фермы 3.

В заявленном изобретении пространственная ферма 3 арматурного каркаса выполнена сборной из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля. Такая конструкция гораздо легче известного арматурного каркаса, но также прочна и надежна и также обеспечивает заданную несущую способность монолитного перекрытия.

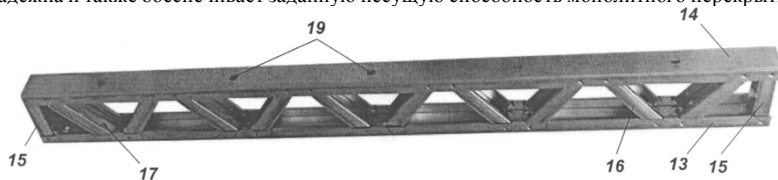
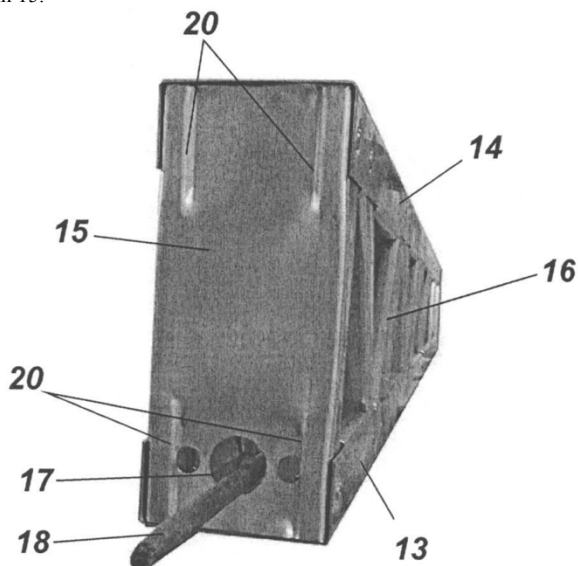


Рис. 7. Пространственная ферма, вид спереди сверху, в сборе [4], где: 13 – нижний пояс; 14 – верхний пояс; 15 – соединительные стойки; 16 – соединительные раскосы; 17 – отверстия для дополнительной арматуры; 19 – отверстия для пропуска бетона.

Пространственная ферма 3 включает нижний 13 и верхний 14 пояса, которые соединены между собой стойками 15 и раскосами 16. В стойках 15 и раскосах 16 выполнены отверстия 17 для размещения дополнительной арматуры 18, или канатов.

В верхнем 14 поясе пространственной фермы 3 выполнены отверстия 19 для пропуска бетона при возведении монолитного перекрытия.

Нижние и верхние концы стоек 15 и раскосов 16 обжаты в местах соединения с нижним 13 и верхним 14 поясами для получения сужения 20, необходимого для возможности сборки стоек 15 и раскосов 16 с поясами 13 и 14 пространственной фермы 3. А в нижнем 13 и верхнем 14 поясах в местах соединения со стойками 15 и раскосами 16 выполнены вырезы 21 полочки С-образного профиля. Вырез 21 полочки выполнен параллельно боковой поверхности установленного в пространственной ферме 3 раскоса 16 или стойки 15.



*Рис. 8. Пространственная ферма, вид сбоку с установленной дополнительной арматурой, в сборе [4], где: 13 – нижний пояс; 14 – верхний пояс; 15 – соединительные стойки; 16 – соединительные раскосы; 17 – отверстия для дополнительной арматуры; 18 – дополнительная арматура; 20 – сужения.*

Отверстия 17 в стойках 15 и раскосах 16 в уже собранной пространственной ферме 3 размещены соосно и выполнены от основания пространственной фермы 3 на величину защитного слоя бетона. Это условие необходимо использовать, оно гарантирует в дальнейшем успешную установку как дополнительной арматуры, так и инженерного оборудования.

Изготавливают монолитное перекрытие с использованием заявленной несъемной опалубки следующим образом.

В кессонообразователи 2 панели 1, выполненной из универсальных модульных элементов 4, устанавливают арматурные каркасы в виде пространственных ферм 3 и закрепляют их с панелью 1.

При необходимости укрепления опалубки, в отверстия 17 стоек 15 и раскосов 16 пропускают дополнительную арматуру 18 или размещают инженерные коммуникации.

После выполнения этих операций заполняют подготовленную несъемную опалубку бетоном, который, кроме заполнения поверхности панели 1, выполненной из универсальных модульных элементов 4, проникает между элементами пространственной

фермы 3 и через отверстия 19 в верхнем 14 поясе пространственной фермы 3 вовнутрь фермы 3 и заполняет ее. Таким образом, несъемная опалубка на заданный уровень полностью заполнена бетоном. А после достижения бетоном разопалубочной прочности получают монолитное перекрытие.

Использование предлагаемого технического решения позволило создать более легкую и экономичную несъемную опалубку для возведения монолитного перекрытия без снижения его прочности, надежности и несущей способности за счет использования арматурного каркаса в виде пространственной фермы, изготовленного из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля. Кроме того, применение заявленной несъемной опалубки позволяет сократить трудозатраты при ее установке.

#### **Библиографический список**

1. Патент на полезную модель № 47023 U1 Российская Федерация, МПК E04B 5/40. несъемная панельная опалубка монолитного перекрытия : № 2004138452/22 : заявл. 27.12.2004 : опубл. 10.08.2005 / О. Г. Гордилов. – EDN IFOKOW.
2. Авторское свидетельство № 881236 A1 СССР, МПК E04B 5/36. Монолитное перекрытие : № 2832848 : заявл. 29.10.1979 : опубл. 15.11.1981 / Е. Н. Кузьмин ; заявитель Государственный проектный и научно-исследовательский институт "Челябинский ПромстройНИИпроект". – EDN AAҮСХG.
3. Патент на полезную модель № 22164 U1 Российская Федерация, МПК E04B 5/40. монолитное перекрытие : № 2001130559/20 : заявл. 16.11.2001 : опубл. 10.03.2002 / О. А. Виноходов, Д. Милан ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "СИМПРО РУ". – EDN IҮҮҮWU.
4. Патент № 2561127 C1 Российская Федерация, МПК E04G 11/40, E04B 5/40. Несъемная опалубка монолитного перекрытия : № 2014111706/03 : заявл. 26.03.2014 : опубл. 20.08.2015 / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, М. С. Анпилов [и др.]. – EDN ZFJZED.
5. Анпилов, С. Пути прогресса и развития в науке / С. Анпилов. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 186 с. – ISBN 978-5-6044616-2-4. – DOI 10.51608/9785604461624. – EDN YTOIRW.
6. Применение нормативно-технических документов при проектировании и строительстве зданий и сооружений с использованием ЛСТК и настила армирующего "БИЗОН" / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, Г. В. Мурашкин, А. Н. Сорочайкин. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 82 с. – DOI 10.51608/1206572708. – EDN YOҮHXL.
7. Анпилов, С. М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона / С. М. Анпилов. – Москва : Издательство АСВ, 2010. – 576 с. – ISBN 978-5-93093-590-5. – EDN QNOTVB.

## СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ СТЕН В НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКЕ

© Автор 2023  
SPIN: 2492-7355  
AuthorID: 625302

**ЕРЫШЕВ Валерий Алексеевич**  
доктор технических наук, советник РААСН, профессор  
кафедры Тольяттинский государственный университет  
(Россия, Тольятти, e-mail: gsx@tltu.ru)

***Аннотация.** Изобретение относится к области строительства, а именно к способам возведения стен здания с помощью несъемной опалубки, и может быть использовано при проектировании и возведении железобетонных монолитных стен малоэтажных зданий, коттеджей и других зданий. Технический результат: повышение производительности выполнения работ, сокращение трудоемкости, снижение расхода бетонной смеси при сохранении заданной несущей способности при возведении монолитных стен. Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом техническом решении сначала устанавливают на основании вертикальные диафрагмы и закрепляют их к основанию в проектном положении, к вертикальным диафрагмам затем прикрепляют поочередно внешние и внутренние опалубочные панели, причем вертикальную диафрагму выполняют в виде пространственной фермы из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля, в элементах которой выполняют отверстия для размещения дополнительной несущей арматуры, а внешнюю и внутреннюю опалубочные панели выполняют из универсальных модульных элементов, каждый универсальный модульный элемент выполняют в поперечном сечении в виде незамкнутой трапеции, малое основание которой представляет собой основание-полку, а большее основание трапеции выполняют незамкнутым с отбортовками, причем собирают внешнюю и внутреннюю опалубочные панели симметричными относительно друг друга, для чего универсальные модульные элементы малыми основаниями-полками размещают навстречу друг к другу, а большими основаниями - наружу.*

**Ключевые слова:** строительство; строительные материалы; строительные конструкции; патент; монолитные стены; опалубка; ЛСТК

Изобретение относится к области строительства, а именно к способам возведения стен здания с помощью несъемной опалубки, и может быть использовано при проектировании и возведении железобетонных монолитных стен малоэтажных зданий, коттеджей и других зданий.

Известен способ изготовления стенно-потолочной конструкции в железобетонном исполнении по патенту Российской Федерации №2368742 2009 г. [1], в котором используют неизвлекаемую систему опалубки из предварительно изготовленной стеновой системы опалубки, содержащей две опалубочные плиты, которые с помощью крепежных приспособлений располагают на расстоянии друг от друга и прикрепляют друг к другу, причем в качестве соединительного элемента между стеной и потолком применяют монтажную арматуру.

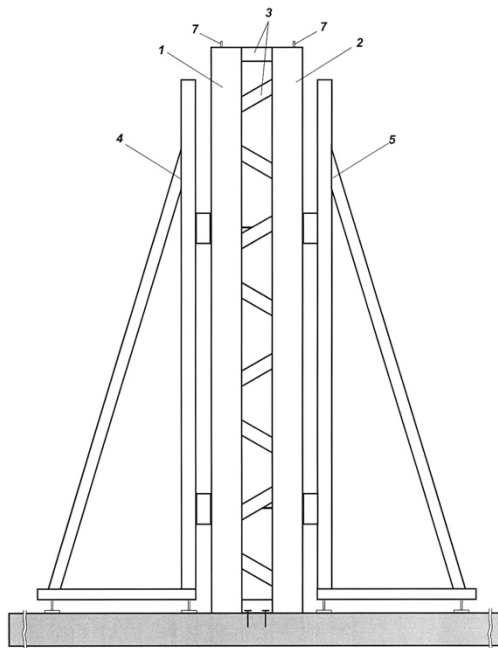
Описанный способ, в основном, обеспечивает изготовление стенно-потолочной конструкции, в особенности стенно-потолочного соединения, что значительно отличается от изготовления чисто стены.

Известен способ возведения монолитных стен малоэтажных зданий в несъемной опалубке по авторскому свидетельству №1673716 [2], принятый заявителем за прототип. Он включает установку внешних и внутренних опалубочных панелей и закрепление их в проектном положении. С целью расширения технологических возможностей путем использования низкомарочных бетонов и отходов производства, после монтажа внешних опалубочных панелей к ним прикрепляют вертикальные диафрагмы из материалов малой теплопроводности, с которыми соединяют внутренние опалубочные панели. Вертикальные диафрагмы закрепляют равномерно вдоль возводимых стен.

При бетонировании стены с использованием упомянутой опалубки, хотя ее и используют при возведении железобетонных монолитных стен малоэтажных зданий, наблюдается повышенный расход бетонной смеси.

Технической задачей предлагаемого изобретения является повышение производительности выполнения работ, сокращение трудоемкости, снижение расхода бетонной смеси при сохранении заданной несущей способности при возведении монолитных стен.

Поставленная задача [см. 3-5] решается тем, что в предлагаемом техническом решении сначала устанавливают на основании вертикальные диафрагмы и закрепляют их к основанию в проектном положении, к вертикальным диафрагмам затем прикрепляют поочередно внешние и внутренние опалубочные панели, причем вертикальную диафрагму выполняют в виде пространственной фермы из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля, в элементах которой выполняют отверстия для размещения дополнительной несущей арматуры, а внешнюю и внутреннюю опалубочные панели выполняют из универсальных модульных элементов, каждый универсальный модульный элемент выполняют в поперечном сечении в виде незамкнутой трапеции, малое основание которой представляет собой основание-полку, а большее основание трапеции выполняют незамкнутым с отбортовками, причем собирают внешнюю и внутреннюю опалубочные панели симметричными относительно друг друга, для чего универсальные модульные элементы малыми основаниями-полками размещают навстречу друг к другу, а большими основаниями - наружу.



*Рис. 1. Схема размещения вертикальной диафрагмы и опалубочных панелей при возведении стен, вид сбоку [3; 6, с. 49], где: 1 – опалубочная панель; 2 – внутренняя опалубочная панель; 3 – вертикальная диафрагма; 4 и 5 – временные вертикальные стойки; 7 – дополнительная арматура.*

До настоящего времени для возведения фундаментов, ростверков, перекрытий и покрытий, а также стен использовалась съемная и несъемная опалубка, выполненная из железобетона, армоцементных и стеклоцементных плит, фибробетона, пенополистирола [7, с. 153-171, рис. 86«а»].

Однако такие элементы несъемной опалубки обладают достаточно большой массой и для их монтажа требуются грузоподъемные механизмы.

Известны промышленные опалубочные системы, но они недостаточно универсальны в применении и в основном используются с грузоподъемными механизмами [5, с. 36-258, с. 151-159, рис. 2.2.36-2.2.40].

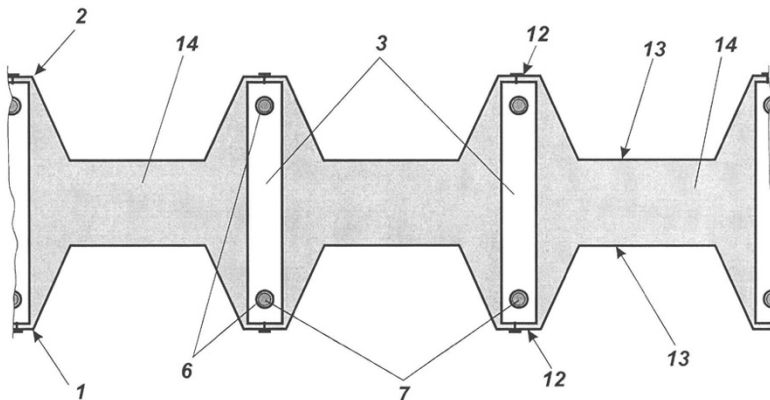


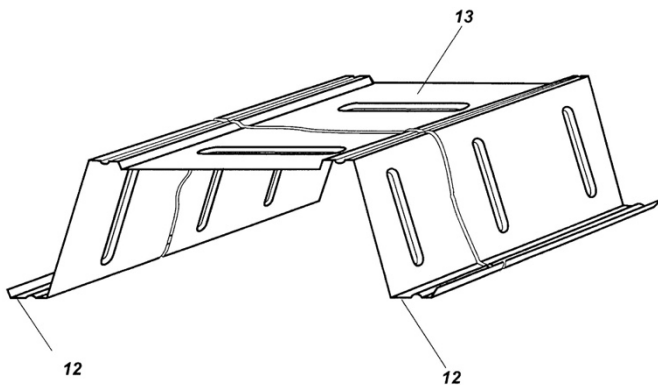
Рис. 2. Фрагмент возведенной монолитной стены, вид сверху [3], где: 1 – опалубочная панель; 2 – внутренняя опалубочная панель; 3 – вертикальная диафрагма; 6 – отверстия; 7 – дополнительная арматура; 12 – основание-полка; 13 – отбортовка; 14 – бетонная смесь.

Применение модульных элементов несъемной опалубки позволяет осуществлять производство строительных конструкций с различными планировочными решениями.

Изготовление модульных элементов несъемной опалубки не требует значительной материально-технической базы. Небольшой вес элементов дает возможность их устанавливать без грузоподъемных механизмов. Установка готовых модулей позволяет сократить время при монтаже опалубки и снизить себестоимость работ.

Для возведения монолитных стен по заявленному способу используют внешнюю опалубочную панель 1 и внутреннюю опалубочную панель 2, между которыми устанавливают вертикальную диафрагму 3 в проектное положение и скрепляют ее с опалубочными панелями 1 и 2. А для обеспечения устойчивости опалубочных панелей 1 и 2 во время укладки бетонной смеси используют временные вертикальные стойки 4 и 5.

Вертикальная диафрагма 3 выполнена сборной в виде пространственной фермы из легких стальных тонкостенных конструкций С-образного профиля. В элементах вертикальной диафрагмы 3 выполняют отверстия 6 для размещения дополнительной несущей арматуры 7. Такая конструкция гораздо легче известного арматурного каркаса, но также прочна и надежна, и также обеспечивает заданную несущую способность возведенной монолитной стены и опалубки.



Фиг. 3

Рис. 3. Универсальный модульный элемент, из необходимого числа которых осуществляют под сборку внешних и внутренних опалубочных панелей [3], где: 12 – основание-полка; 13 – отбортовка

Вертикальная диафрагма 3 включает стойки 8 и 9, которые соединены между собой раскосами 10. В раскосах 10 также выполнены отверстия 6 для размещения дополнительной арматуры 7 или канатов.

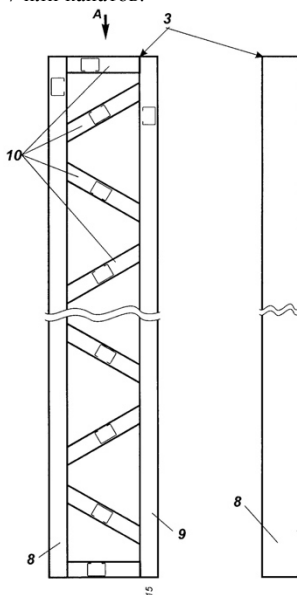


Рис. 4. Вертикальная диафрагма, выполненная в виде пространственной фермы [3], где: 3 – вертикальная диафрагма; 8 и 9 – стойки; 10 – раскосы.

Внешнюю 1 и внутреннюю 2 опалубочную панель выполняют из универсальных модульных элементов 11. Каждый универсальный модульный элемент 11 выполняют из оцинкованной или нержавеющей стали способом холодной штамповки или проката, и имеет поперечное сечение в виде незамкнутой трапеции. Малое основание незамкнутой трапеции представляет собой основание-полку 12, а большее основание выполнено незамкнутым с отбортовками 13.

A

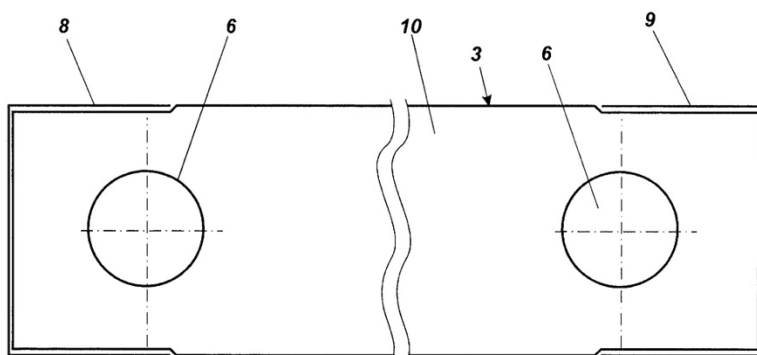


Рис. 5. Вид А [3] на рис. 4., где: 3 – вертикальная диафрагма; 6 – отверстия; 8 и 9 – стойки; 10 – раскосы.

Возводят монолитную стену с использованием несъемной опалубки следующим образом.

Сначала устанавливают на основании вертикальные диафрагмы 3 и закрепляют их к основанию в проектном положении. Затем к ним прикрепляют поочередно внешнюю опалубочную панель 1 и внутреннюю опалубочную панель 2. Причем собирают внешнюю и внутреннюю опалубочные панели 1 и 2 симметричными относительно друг друга, для чего универсальные модульные элементы малыми основаниями-полками 12 размещают навстречу друг к другу, а большими основаниями - наружу.

Со стороны внешней опалубочной панели 1 и со стороны внутренней опалубочной панели 2 устанавливают временные вертикальные стойки, соответственно 4 и 5 для придания большей устойчивости опалубочным панелям 1 и 2 во время укладки бетонной смеси 14. После этого в образованную формовочную полость укладывают бетонную смесь 14. А после затвердения бетона временные вертикальные стойки 4 и 5, демонтируют. Монолитная стена возведена.

Использование предлагаемого технического решения позволило создать способ возведения монолитной стены, обеспечивающий снижение расхода бетонной смеси при сохранении ее заданной несущей способности, снижение веса здания, повышение несущей способности конструкции стены, сокращение трудоемкости опалубочных работ, снижение материалоемкости и себестоимости здания и сооружения, а также обеспечивающий улучшение герметичности и гидроизоляционных свойств возводимой стены.

### Библиографический список

1. Патент № 2368742 С1 Российская Федерация, МПК E04B 2/86. Способ изготовления стенно-потолочной конструкции в железобетонном исполнении : № 2008101966/03 : заявл. 28.07.2005 : опубл. 27.09.2009 / М. Мюллер ; заявитель ФСТ ФЕРБУНДШАЛЮНГСТЕХНИК ГМБХ. – EDN NMJSLW.
2. Авторское свидетельство № 1673716 А1 СССР, МПК E04G 9/02. Способ возведения монолитных стен малоэтажных зданий в несъемной опалубке : № 4701316 : заявл. 05.06.1989 : опубл. 30.08.1991 / А. А. Афанасьев, О. Ш. Кикава, К. К. Есенов ; заявитель Московский инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбышева. – EDN WAAESR.
3. Патент № 2563858 С1 Российская Федерация, МПК E04B 2/84. Способ возведения монолитных стен в несъемной опалубке : № 2014121030/03 : заявл. 23.05.2014 : опубл. 20.09.2015 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов, Н. Г. Барцева [и др.]. – EDN ZFKOUX.
4. Анпилов, С. Пути прогресса и развития в науке / С. Анпилов. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 186 с. – ISBN 978-5-6044616-2-4. – DOI 10.51608/9785604461624. – EDN YTOIRW.
5. Анпилов, С. М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона / С. М. Анпилов. – Москва : Издательство АСВ, 2010. – 576 с. – ISBN 978-5-93093-590-5. – EDN QNOTVB.
6. Применение нормативно-технических документов при проектировании и строительстве зданий и сооружений с использованием ЛСТК и настила армирующего "БИЗОН" / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, Г. В. Мурашкин, А. Н. Сорочайкин. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 82 с. – DOI 10.51608/1206572708. – EDN YOVNXL.
7. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ. - М.; Стройиздат, 1983.

## АТОМНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

© Автор 2023

**КИТАЙКИН Алексей Николаевич**

инженер

ООО «Листок»

(Россия, Тольятти, , e-mail: tdklt@mail.ru)

**Аннотация.** Изобретение относится к атомной электростанции. Атомная станция содержит главный корпус с реакторным отделением, размещенные в нем реакторы, машинное отделение с турбинами, специальный корпус, помещения основного технологического, инженерно-технического и вспомогательного назначения. Станция выполнена в едином строительном объеме в виде сомкнутой компоновки, причем главный корпус с реакторным отделением размещен в его центральной части, специальный корпус вплотную примыкает к главному корпусу с одной стороны, с другой стороны в отдельно стоящем здании размещено машинное отделение с турбинами и технологическими коммуникациями и соединено с главным корпусом. Причем реакторы в реакторном отделении закрыты, по меньшей мере, двумя дополнительными контурами защиты, а покрытие реакторного отделения выполнено в виде двойного контура защиты от внутренних техногенных и внешних воздействий. Вокруг реакторного отделения по его периметру выполнена внешняя защитная оболочка в виде пространственной сотовой конструкции для защиты от внешних воздействий. Техническим результатом является защищенность атомной станции от внешних ударных воздействий, в частности от высокоскоростных ударных воздействий, а также снижение вероятности развития потенциально-опасных аварийных процессов, связанных с выходом горючего газа и его локализацией в замкнутых помещениях объекта.

**Ключевые слова:** строительство; АЭС; атомная электрическая станция; конструктивное решение; патент; ЛСТК; защита

Изобретение относится к области атомной электроэнергетики и касается создания атомных электрических станций, их компоновки и защищенности от внешних ударных воздействий и, прежде всего, защиты от высокоскоростных ударных воздействий, а также касается снижения последствий в различных аварийных ситуациях или предотвращения аварийных ситуаций, и может найти применение на объектах, использующих действующие ядерные реакторы в промышленных, научных и учебных целях, для которых есть вероятность развития потенциально-опасных аварийных процессов, связанных с выходом большого количества горючего газа и его локализацией в замкнутых помещениях объекта.

Перед началом строительства атомной электрической станции (АЭС) выбирают не только количество используемых энергоблоков, рассчитывают занимаемую площадь и т.д., но и рассматривают способ размещения конкретной АЭС, компоновочное решение и защиту станции.

Строительство атомной электрической станции (АЭС) – сложнейший технологический вопрос, требующий профессионального подхода к выбору количества используемых энергоблоков, расчёту занимаемой площади, способу размещения конкретной АЭС, защите станции и других, не менее важных, составляющих [1].

Существуют несколько способов размещения АЭС. В первом случае станцию размещают на открытой местности - наземная АЭС. Второй способ - размещение в вертикальной шахте или горизонтальной штольне - подземная АЭС. Известны предложения по размещению АЭС в огромных карьерах - полуподземные (заглубленные) АЭС. Четвертый и пятый способы связаны с размещением АЭС на водной платформе (на корабле) или на подводной лодке - плавучие АЭС (надводная, подводная).

Наиболее распространенными являются наземный способ, карьерный или полуподземный способ и подземный способ (при размещении станции в горизонтальной штольне) размещения АЭС.

Первые два способа включают возведение объектов станции из сборного и монолитного железобетона с защитой людей, окружающих объектов и прилегающей местности от радиации путем изоляции реакторов и укрытия реакторных блоков стойкими к силовым воздействиям железобетонными конструкциями. В третьем случае укрытием служат горные породы. При этом как на период строительства объектов станции, так и на период ее эксплуатации обычно требуется использование дополнительных традиционных источников энергоснабжения.

Недостатками двух первых способов являются открытость станции и ее недостаточная защищенность от негативных природных и техногенных воздействий, от террористической угрозы, недостаточная защищенность прилегающей местности от радиоактивного заражения в случае повреждения или разрушения реактора и радиоактивных контуров, а также значительные сроки возведения АЭС, связанные с неблагоприятными погодными условиями. Недостатком третьего способа размещения АЭС является, в частности, ограниченность допустимых размеров пространства горной выработки, необходимого для возведения большой станции.

Известны, например, подземные атомные станции энергоснабжения по патентам №1828710 1994 г. [2] и №2218614 2003 г. [3], основной задачей которых является повышение безопасности работы станции.

Повышение безопасности эксплуатации ядерного реактора в них достигается за счет подземного глубинного его размещения, а безопасность самой электростанции в целом - за счет наличия на ней независимого источника электроэнергии в виде постоянно работающего гидрогенератора. При этом также существенно упрощается решение проблемы утилизации радиоактивных отходов и их складирования на длительное хранение там же под землей.

Разработка и практическая реализация конкретных проектов подземной АЭС обеспечивает повышение эффективности энергоснабжения путем дальнейшего расширения области применения атомной энергетики [см., например, 4-7].

Безопасность работы атомной электрической станции обеспечивается технологическими, а также конструктивно-компоновочными решениями. Имеется в виду строительство рассредоточенных электростанций и станций, имеющих сомкнутую компоновку.

Известны, например, рассредоточенные электростанции по патентам Российской Федерации №2163736 2001 г. [7] и №2434106 2010 г. [8]. Такую АЭС выполняют состоящей из «n» отдельных энергетических ядерных установок, которые размещают на самостоятельных стройплощадках, удаленных на безопасное расстояние друг от друга. Наклонный ствол от каждой энергетической установки сопряжен с общей для всех вертикальной шахтой, причем места сопряжения наклонных стволов и наклонной скважины с вертикальной шахтой располагают на разных глубинах.

Особые преимущества рассредоточенной электростанции могут проявиться при ее размещении в сейсмоопасных районах. Такое утверждение позволяет сделать конструктивные особенности электрогенерирующего блока: сравнительно небольшая по площади и объему, но прочная армированная призма фундамента электрической машины,

ее концентрированная масса, избыточно прочным (особая серия) конструктивными элементами, низкорасположенным центром масс на уровне земли - позволяют прогнозировать бесперебойную работу в период землетрясения.

С увеличением протяженности коммуникаций между зданиями станции возрастает вероятность отказов, повреждений, в том числе от внешних воздействий, снижается надежность и безопасность АЭС. Кроме того, увеличивается объем строительно-монтажных работ, и, как следствие, увеличивается цена вырабатываемой электроэнергии.

Перечисленные недостатки рассредоточенной атомной электрической станции предопределяют целесообразность объединения ряда зданий, входящих в станцию, а иногда и всех зданий в единый строительный объем, представляя собой сомкнутую компоновку.

С увеличением степени блокировки сокращаются или исчезают коммуникации между зданиями, а значит, и вероятность их повреждения, в том числе и от внешних воздействий, что особенно важно в современных условиях. Кроме того, уменьшается расход материалов, конструкций, полуфабрикатов, снижается стоимость.

Известна атомная электрическая станция, выполненная в виде сомкнутой компоновки, опубликованная в книге «Возведение специальных защитных конструкций АЭС» [9, с. 19, с. 30], принятая заявителем за прототип. Она содержит реакторное отделение с двойной защитной железобетонной оболочкой, машинное отделение, вспомогательное реакторное отделение, здание электротехнических устройств, управления; вентиляционную трубу, транспортную эстакаду, здание аварийного энергоснабжения и управления.

Для таких АЭС характерна модульная предельно сомкнутая компоновка основных объектов. И в технологической, и в строительной части энергоблок проектируется как максимально автономный. Большинство подсобно-производственных и вспомогательных систем, не говоря уже о системах безопасности, обслуживают только один энергоблок. Протяженность коммуникаций, от которых зависит радиационная и ядерная безопасность, сведена к минимуму. Как правило, они прокладываются внутри зданий-блоков, вплотную примыкающих друг к другу.

На площадке обычно располагается два и более одинаковых зданий-энергоблоков. Общестанционными, как правило, являются открытое электрическое распределительное устройство, часть объектов технического водоснабжения, система водоподготовки, газовое хозяйство (азот, водород и др.) и некоторые другие.

Во всех без исключения решениях наиболее конструктивно сложным, материалоемким и трудоемким является реакторное отделение и особенно его зона локализации аварии - защитная оболочка и конструкции внутри нее, а также здания спецводоочисток, переработки и хранения радиоактивных отходов, дезактивации и ремонта «грязного» оборудования.

Технической проблемой является повышение защищенности самой станции и окружающей среды от радиоактивных выбросов при непредвиденных техногенных взрывах ядерной энергоустановки, повышение безопасности работы ядерного реактора и локализация распространения продуктов взрыва в пределах внутренних объемов реакторного блока и самого устройства в случае возникновения чрезвычайной ситуации или взрыва реактора.

Поставленная техническая проблема решается тем, что в предлагаемом решении, содержащем главный корпус с реакторным отделением, размещенные в нем реакторы, машинное отделение с турбинами, помещения основного технологического, инженерно-технического и вспомогательного назначения, станция выполнена в едином строительном объеме в виде сомкнутой компоновки, а главный корпус с реакторным отделением размещен в его центральной части, в отдельно стоящем здании размещено машинное отделение с турбинами и технологическими коммуникациями и соединено с главным

корпусом, причем реакторы в реакторном отделении закрыты, по меньшей мере, двумя дополнительными контурами защиты, а покрытие реакторного отделения выполнено в виде двойного контура защиты от внутренних техногенных и внешних воздействий, вокруг реакторного отделения по его периметру выполнена внешняя защитная оболочка в виде пространственной сотовой конструкции для защиты от внешних воздействий.

Кроме того, внешняя защитная оболочка в виде пространственной сотовой конструкции выполнена из монолитных сталежелезобетонных конструкций посредством несъемной стальной модульной опалубки с возможностью размещения в ней помещений основного технологического, инженерно-технического и вспомогательного назначения, а также для дополнительной защиты реакторного отделения от внешних насильственных воздействий.

Кроме того, второй и третий дополнительные контуры защиты каждого реактора выполнены в виде герметичных сталежелезобетонных защитных оболочек с использованием несъемной стальной модульной опалубки, которые изолируют реакторы в реакторном отделении и выполнены с возможностью воспринимать давление продуктов взрыва атомных реакторов и препятствовать выходу продуктов взрыва вовнутрь реакторного отделения и другие помещения станции.

Кроме того, внутренняя поверхность защитной оболочки первого контура каждого реактора дополнительно снабжена герметичной стальной облицовкой, которая выполнена, преимущественно, из высокопрочных легированных нержавеющей сталей.

Кроме того, пространственные «соты» внешней защитной оболочки выполнены в виде технологических помещений с технологическими коммуникациями, внутренние стенки и перекрытия в которых выполнены посредством несъемной стальной модульной опалубки со смещением как в плане, так и по высоте защитной оболочки.

Кроме того, контур защиты от внешних воздействий выполнен монолитным сталежелезобетонным посредством несъемной стальной модульной опалубки в форме свода и включает железобетонные ребра жесткости и защитную оболочку, внутренняя поверхность которой выполнена из несъемной стальной модульной опалубки.

Кроме того, модуль несъемной стальной опалубки выполнен из листовой заготовки прокатным или штампованным с профилем в виде незамкнутой трапеции высотой гофры не менее 260 мм, шагом гофры не менее 600 мм.

Технический результат от использования предлагаемого изобретения заключается в том, что оно может быть использовано для значительного повышения противоаварийной защиты АЭС, ее защищенности от внешних воздействий, а также экологической защищенности окружающей среды при возможных авариях атомных энергоустановок. А также оно позволяет обеспечить существенно большую прочность и герметичность ограждающих конструкций возможного пространства распространения продуктов взрыва, обеспечивающую по своему объему локализацию радиоактивных выбросов в пределах ее объема и предотвращение их прорыва в атмосферу при аварии атомной станции.

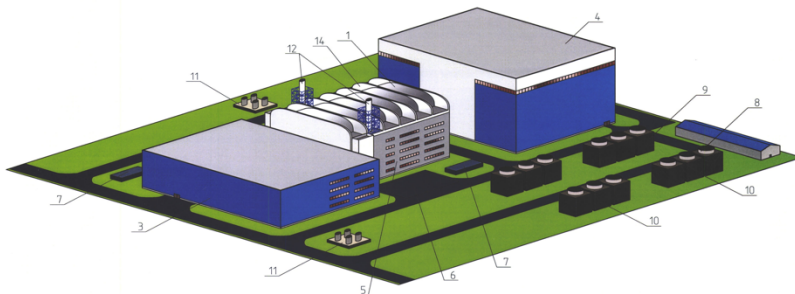
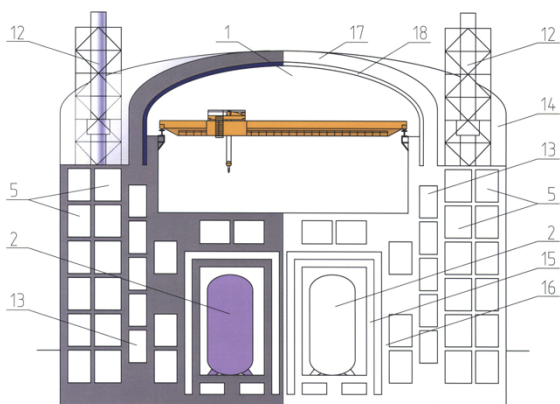


Рис. 1. Компонентная блок-схема атомной электрической станции, выполненная в виде сомкнутой компоновки [10], где: 1 – реакторное отделение; 3 – специальный корпус; 4 – машинное отделение; 5 – внешняя защитная оболочка; 6 – помещение для временного хранения отходов производства; 7 – аварийный дизель-генератор; 9 – насосная станция технического водоснабжения; 10 – вентиляционные градирни; 11 – градирня ответственных потребителей; 12 – вентиляционная труба; 14 – диафрагмы жёсткости.

В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ проектирование атомных электростанций и объектов с атомными энергетическими установками должно производиться не только на регулярно действующие статические и динамические нагрузки, но и на воздействие случайных факторов, обусловленных как природными явлениями (торнадо, землетрясение), так и чрезвычайными ситуациями, возникающими в результате деятельности человека (учет внешних событий, вызванных деятельностью человека, при проектировании атомных электростанций).

К числу чрезвычайных ситуаций, вызванных деятельностью человека, относятся, в числе прочих, падения летательных аппаратов, двигателей и других высокоскоростных тел.

Защитные конструкции АЭС от действия динамических нагрузок выполняются, как правило, либо в виде железобетонных, либо двойных (железобетон + сталь) защитных оболочек, которые рассчитаны на следующие внешние воздействия: падение самолета, взрывную волну, сейсмические нагрузки.

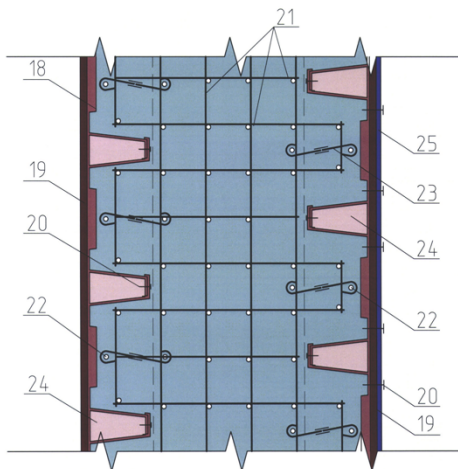


*Рис. 2. Вертикальный разрез главного корпуса станции с защитными контурами ядерного реактора, реакторного отделения и контура защиты от внешних воздействий [10], где: 1 – реакторное отделение; 2 – реактор; 5 – защитная оболочка; 12 – вентиляционная труба; 13 – технологические помещения; 14 – диафрагмы жёсткости; 15 – второй контур защиты из сталежелезобетона; 16 – третий контур защиты из сталежелезобетона; 17 – контур защиты от внешних воздействий, 18 – модуль несъёмной стальной опалубки.*

Предлагаемая атомная электрическая станция выполнена в едином строительном объеме в виде сомкнутой компоновки, согласно которой главный корпус с реакторным отделением 1 размещен в его центральной части, а остальные здания и сооружения, входящие в состав атомной станции по технологическому циклу, размещены в вокруг главного корпуса - реакторного отделения 1 с реакторами 2.

Так специальный корпус 3 вплотную примыкает к главному корпусу с одной стороны через коридор или галерею, или блок лестничных клеток, а с другой стороны в отдельно стоящем здании размещено машинное отделение 4 с турбинами и технологическими коммуникациями и соединено с главным корпусом 1 аналогично специальному корпусу.

Вокруг реакторного отделения 1 по его периметру выполнена внешняя защитная оболочка 5 в виде пространственной сотовой конструкции, которая представляет собой наружные стены главного корпуса и технологические помещения через систему коридоров, или отсеков, или галерей, или блоков лестничных маршей, клеток.

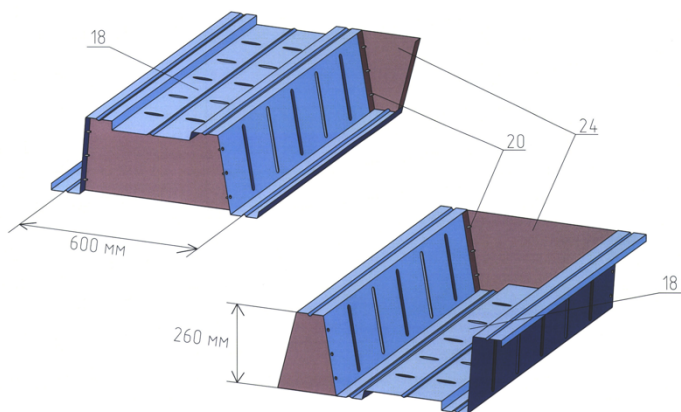


*Рис. 3. Структура защитной оболочки первого контура каждого реактора, снабженная герметичной стальной облицовкой [10], где: 18 – модуль несъемной стальной опалубки; 19 – упоры; 20 - крепежные или самонарезные винты; 21 – арматурные каркасы; 22 – анкера; 23 – стяжки; 24 – промежуточные заглушки-ребра жесткости; 25 – герметичная стальная облицовка.*

В состав технологических помещений вошли: помещение для временного хранения отходов производства 6, аварийный дизель-генератор 7 в составе двух штук, комплекс охлаждения циркуляционной воды 8 в составе: насосная станция технического водоснабжения 9, вентиляционные градирни 10, градирня ответственных потребителей 11; а также вентиляционная труба 12.

Внешняя защитная оболочка 5 в виде пространственной сотовой конструкции выполнена из монолитных сталежелезобетонных конструкций посредством несъемной стальной модульной опалубки с возможностью размещения в ней технологических помещений 13 основного технологического, инженерно-технического и вспомогательного назначения. Но основное назначение внешней защитной оболочки 5 - это дополнительная защита реакторного отделения 2 от внешних насильственных воздействий: как то от сейсмических нагрузок, взрывной волны, падения летательных аппаратов и других высокоскоростных тел. То есть наличие такой защитной оболочки с диафрагмами жесткости 14 значительно повышает защищенность АЭС от внешних воздействий. Кроме того, внешняя защитная оболочка 6 учитывает воздействие случайных динамических нагрузок в чрезвычайных ситуациях, возникающих в результате деятельности человека, в том числе случайный выход из строя, взрыв реактора. Она удерживает выход наружу взрывной волны, газов и радиации, защищая тем самым окружающую среду от загрязнения радиацией.

Пространственные «соты» внешней защитной оболочки 5 выполнены в виде технологических помещений 13, внутренние стенки и перекрытия, в которых выполнены посредством несъемной стальной модульной опалубки со смещением как в плане, так и по высоте защитной оболочки.



*Рис. 4. Модуль несъемной стальной опалубки, выполненный с профилем в виде незамкнутой трапеции [10], где: 18 – модуль несъемной стальной опалубки; 20 - крепежные или самонарезные винты; 24 – промежуточные заглушки-ребра жесткости.*

С целью повышения безопасности работы и защищенности атомной электрической станции реакторы 2 в защитной металлической оболочке в реакторном отделении 1 закрыты дополнительно, по меньшей мере, двумя контурами защиты: второй - 15 и третий - 16 из сталежелезобетона, а покрытие реакторного отделения 1 выполнено в виде контура защиты от внешних воздействий 17 с диафрагмами жесткости 14.

Второй и третий контуры защиты 15 и 16 каждого реактора 2 выполнены в виде герметичных сталежелезобетонных защитных оболочек с использованием несъемной стальной модульной опалубки, которые изолируют реакторы 2 в реакторном отделении 1. Герметичные металлические и сталежелезобетонные оболочки выполнены с возможностью воспринимать давление продуктов взрыва атомных реакторов 2 и препятствовать их выходу во внутрь реакторного отделения и другие помещения станции.

На фиг. 3 изображен пример исполнения герметичной сталежелезобетонной защитной оболочки первого контура защиты 15, которая выполнена с использованием несъемной стальной модульной опалубки, основой которой является модуль 18.

Модуль 18 - модуль несъемной стальной опалубки, выполнен из листовой заготовки прокатным или штампованным с профилем в виде незамкнутой трапеции высотой гофры не менее 260 мм, шагом гофры не менее 600 мм.

Возводят защитную оболочку следующим образом.

Определяют толщину стенки, устанавливая на выбранную ширину упоры 19, к которым крепят посредством крепежных или самонарезных винтов 20 собранную из модулей 18 несъемную стальную модульную опалубку. В промежуток между установленными опалубками размещают арматурные каркасы 21 и крепят их к опорам 19 посредством анкеров 22 и стяжек 23. Установив в кессонообразователи опалубки промежуточные заглушки-ребра жесткости 24, перекрыв тем самым возможный выход бетона, заливают бетон в собранное межопалубочное пространство и, после достижения

прочности бетоном, получают сталежелезобетонную защитную оболочку. Для усиления безопасности работы реактора 2 и локализации последствий взрыва реактора 2 внутренняя поверхность защитной оболочки первого контура каждого реактора дополнительно снабжена герметичной стальной облицовкой 25, которая выполнена, преимущественно, из высокопрочных легированных нержавеющей сталей.

С этой же целью повышения безопасности работы и защищенности станции от внешних воздействий как случайных, так и не случайных, природных (торнадо, землетрясение) и не природных: взрывной волны или падения летательных аппаратов и других высокоскоростных тел, покрытие реакторного отделения 1 выполнено в виде контура защиты от внешних воздействий 17 с диафрагмами жесткости 14. Он выполнен в форме свода с полусферическим куполом посредством несъемной стальной модульной опалубки. Контур 17 выполнен монолитным сталежелезобетонным посредством несъемной стальной модульной опалубки и включает железобетонные диафрагмы жесткости 14 и защитную оболочку, внутренняя поверхность которой выполнена из несъемной стальной модульной опалубки..

Технологические помещения 13, выполненные в пространственных «сотах» внешней защитной оболочки 5, представляют собой усиленные стены с контрофорсами и имеют назначение сдерживать боковое попадание, например, снаряда и исключить разрушение главного корпуса, но основное - уберечь реакторное отделение 1 с реакторами 2, тем самым повышая защищенность станции.

Атомная электрическая станция работает следующим образом.

В случае возникновения чрезвычайной ситуации в реакторном отделении 1, вызванной утечкой газов, или взрывом реактора 2 в защитной металлической оболочке. Второй контур защиты 15 реактора 2 должен выдержать этот удар но, если все же произошел взрыв и второй контур защиты 15 разрушился, то третий контур защиты 16, ограждающий реакторы 2 и выполненный сталежелезобетонным, удерживает и преграждает выход продуктам взрыва за пределы реакторного отделения 1 и ситуация локализуется внутри реакторного отделения 1. Но, если произошел более сильный взрыв, то контур защиты от внешних воздействий 17 погасит эту взрывную волну от выхода ее через перекрытие, а внешняя защитная оболочка 5, выполненная по периметру реакторного отделения 1, не позволит выйти взрывной волне через стены главного корпуса, надежно погасив ее внутри корпуса, защитив тем самым окружающую среду от радиоактивного заражения.

В случае возникновения внешней угрозы: обстрел станции снарядами или ракетами, падение летательного аппарата, покрытие реакторного отделения 1, выполненное специально в виде контура защиты от внешних воздействий 17 с диафрагмами жесткости 14, надежно защитит реакторное отделение 1 от разрушения, так как он выполнен монолитным сталежелезобетонным посредством несъемной стальной модульной опалубки в форме свода и включает железобетонные диафрагмы жесткости 14 и защитную оболочку, внутренняя поверхность которой выполнена из несъемной стальной модульной опалубки.

А стены главного корпуса, ограждающие реакторное отделение 1 внешней защитной оболочкой 5, выполненной в виде пространственной «сотовой» конструкции из монолитных сталежелезобетонных конструкций посредством несъемной стальной модульной опалубки, надежно защитят реакторное отделение 1 от бокового попадания и дальнейшего разрушения здания станции.

Использование предлагаемого технического решения [см. 10-11] позволило создать атомную электрическую станцию с повышенной противаварийной защитой, с надежной защитой от внешних воздействий и экологической защищенностью окружающей среды при возможных авариях реакторов. А также оно позволяет обеспечить существенно большую прочность и герметичность ограждающих конструкций возможного

пространства распространения продуктов взрыва, обеспечивающую по своему объему локализацию радиоактивных выбросов в пределах ее объема и предотвращение их прорыва в атмосферу при аварии атомной станции.

### Библиографический список

1. Гурьянова, А. В. Инновационные атомные электрические станции / А. В. Гурьянова, В. А. Ерышев, В. И. Римшин // Огарёв-Online. – 2021. – № 6(159). – EDN HXCWJN.
2. Авторское свидетельство № 1828710 АЗ СССР, МПК G21D 1/00, атомная электрическая станция : № 4758647/25 : заявл. 13.11.1989 : опубл. 30.12.1994 / А. В. Ильюша ; заявитель Смешанное научно-техническое товарищество по разработке техники и технологии для подземной энергетики - СНТТ "Техноподземэнерго". – EDN DHHSCK.
3. Патент № 2218614 С2 Российская Федерация, МПК G21C 9/00, G21C 13/00, G21D 1/00. Подземная атомная станция энергоснабжения и способ ее эксплуатации : № 2002100549/06 : заявл. 03.01.2002 : опубл. 10.12.2003 / О. Э. Муратов, Э. Л. Петров ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "ТВЭЛЛ". – EDN DWTDLV.
4. Патент на полезную модель № 170194 U1 Российская Федерация, МПК F01K 13/00. Атомная электрическая станция : № 2016122839 : заявл. 08.06.2016 : опубл. 18.04.2017 / С. В. Скубиенко, И. В. Янченко, А. Ю. Бабушкин ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова". – EDN BVYLYN.
5. Патент на полезную модель № 147663 U1 Российская Федерация, МПК F01K 13/00. Атомная электрическая станция : № 2014114734/06 : заявл. 14.04.2014 : опубл. 10.11.2014 / Н. Н. Ефимов, С. В. Скубиенко, И. В. Янченко ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова". – EDN KEZGTW.
6. Патент № 2095862 С1 Российская Федерация, МПК G21C 9/00, G21C 13/00, G21D 1/00. Способ создания подземной атомной теплоэлектростанции : № 95120477/25 : заявл. 23.11.1995 : опубл. 10.11.1997 / Ю. В. Абрамов, В. Д. Горбач, М. И. Клевост [и др.] ; заявитель Государственный научный центр "ЦНИИ технологии судостроения". – EDN KOMLVY.
7. Патент № 2163736 С1 Российская Федерация, МПК G21C 9/016, E04H 5/02, G21F 9/34. Способ создания атомных электростанций : № 99115989/06 : заявл. 22.07.1999 : опубл. 27.02.2001 / В. В. Струминский, Е. А. Котенко, Ю. К. Левин ; заявитель Институт прикладной механики РАН. – EDN QONXVK.
8. Патент № 2434106 С2, МПК E04H 5/02, F03D 9/02. Рассредоточенная электростанция и способ ее создания : № 2009103583/03 : заявл. 04.02.2009 : опубл. 20.11.2011. – EDN OPEGKG.
9. Пергаменщик, Б. К. Возведение специальных защитных конструкций АЭС / Б. К. Пергаменщик, В. И. Теличенко, Р. Р. Темишев. – Москва : Издательский дом «МЭИ», 2011. – 240 с. – ISBN 978-5-383-00587-3. – EDN SUOOOJ.
10. Патент № 2720212 С1 Российская Федерация. Атомная электрическая станция : № 2019111996 : заявл. 19.04.2019 : опубл. 28.04.2020 / С. М. Анпилов, С. М. Калинин, Г. С. Сахаров [и др.]. – EDN LLYOSN.
11. Анпилов, С. Пути прогресса и развития в науке / С. Анпилов. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 186 с. – ISBN 978-5-6044616-2-4. – DOI 10.51608/9785604461624. – EDN YTOIRW.

# ВЗРЫВНАЯ КАМЕРА ДЛЯ ГИДРОВЗРЫВНОЙ ШТАМПОВКИ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЗРЫВНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ГИДРОВЗРЫВНОЙ ШТАМПОВКИ

© Автор 2023  
SPIN: 5368-0925  
AuthorID: 133005

**МУРАШКИН Василий Геннадьевич**  
главный редактор сетевого научно-практического журнала  
«Эксперт: теория и практика», кандидат технических наук,  
доцент  
АНО «Институт судебной строительно-технической  
экспертизы»  
(Россия, Тольятти, e-mail: murvag@mail.ru)

***Аннотация.** Изобретение относится к области обработки материалов давлением, а именно, к импульсной штамповке импульсными нагрузками, передаваемыми от различных взрывных источников: электрического разряда, теплового взрыва токопроводящих элементов, заряда взрывных веществ, газовой детонации, быстрого выхода сжатых газов и т.п., а именно, к устройствам для ударной штамповки металлических изделий различными способами объемной и листовой штамповки, в частности к взрывным камерам, предназначенным для изготовления металлических деталей с применением гидровзрывной штамповки.*

***Ключевые слова:** строительная отрасль; патент; взрывная камера; обработка металлов давлением; гидровзрывная штамповка*

Основными преимуществами штамповки взрывом являются практически неограниченные энергетические ресурсы при полном отсутствии дорогостоящего и сложного прессового оборудования (это позволяет снять ограничения на размеры штампуемых изделий и штамповать детали из высокопрочных и труднодеформируемых металлов и сплавов), а также возможность быстрой организации технологического процесса за счет простой штамповой оснастки (для формообразования необходима только матрица, а функцию пуансона выполняет передающая среда).

Из существующего уровня техники известно устройство для беспрессовой штамповки по авторскому свидетельству СССР №178348 [1] 1966 г., которое включает бетонную матрицу, заключенную в металлический корпус с каналами для эвакуации воздуха из ее рабочей полости, протяжное и прижимное кольца. Между верхним основанием матрицы и протяжным кольцом установлен лист резины, снабженный отверстиями до 1 мм, расположенными соответственно каналам в матрице, который при вакуумировании рабочей полости матрицы плотно прилегает к ее стенкам. Основным недостатком этого устройства является невысокая долговечность из-за отсутствия возможности регулировки напряженного состояния.

Так же запатентованы и другие технические предложения и варианты в области обработки материалов давлением, а именно импульсной штамповке импульсными нагрузками, передаваемыми от различных взрывных источников [см. 2-4].

Наиболее близким к заявленному техническому решению является взрывная камера по патенту Российской Федерации №2619545. [5] 2017 г., принятая заявителем за прототип. Она включает металлический корпус, размещенную в нем матрицу с рабочей поверхностью с выполненными в них каналами для эвакуации воздуха из рабочей полости

матрицы, дно и крышку, средства крепления заряда взрывчатого вещества, компенсационную прокладку, причем матрица выполнена с возможностью образования вакуумной полости между ее рабочей поверхностью и заготовкой. Матрица выполнена в виде силового элемента из железобетона, твердеющего под давлением, и вставки, образующей ее рабочую поверхность, компенсационная прокладка установлена между вставкой и внутренней поверхностью матрицы, при этом взрывная камера снабжена уплотнителями, герметизирующими прокладками, установленными в упомянутой вакуумной полости, и размещенной между матрицей и корпусом гидравлической камеры для создания давления, необходимого для твердения бетона. Гидравлическая камера выполнена из эластичного материала или из листового металла.

Недостатком данного технического решения является наличие дна и крышки, которые при эксплуатации матрицы, в момент воздействия взрывной нагрузки, сдерживают деформации в нижней и верхней части матрицы из-за сил трения, что приводит к искривлению формы штампующих металлических изделий.

Технической проблемой, на решение которой направлено заявляемое изобретение является создание взрывной камеры с равномерным распределением деформаций по высоте формообразующей поверхности при импульсном воздействии.

Поставленная техническая проблема решается тем, что в заявленном решении взрывная камера для гидровзрывной штамповки, содержащая металлический корпус в форме цилиндра, размещенный в нем силовой элемент из железобетона, выполненный в рабочей полости, в которой установлена вставка, образующая рабочую поверхность, при этом силовой элемент размещен в металлическом корпусе с образованием гидравлической камеры, выполненной с возможностью заполнения ее жидкостью для создания давления и обеспечения регулирования напряженного состояния силового элемента, вставки и металлического корпуса, который снабжен верхним и нижним упорными кольцами, стянутыми между собой посредством крепежных элементов, расположенных снаружи корпуса, а в качестве железобетона использован фиброжелезобетон.

Кроме того, способ изготовления взрывной камеры для гидровзрывной штамповки, содержащей металлический корпус в форме цилиндра, размещенный в нем силовой элемент из фиброжелезобетона, выполненный в рабочей полости, в которой установлена вставка, образующая рабочую поверхность, при этом силовой элемент размещен в металлическом корпусе с образованием гидравлической камеры, выполненной с возможностью заполнения ее жидкостью для создания давления и обеспечения регулирования напряженного состояния силового элемента, вставки и металлического корпуса, который снабжен верхним и нижним упорными кольцами, стянутыми между собой посредством крепежных элементов, расположенных снаружи корпуса, заключается в том, что:

- устанавливают внутри металлического корпуса вставку, которую располагают по оси взрывной камеры и гидравлической камеры;
- устанавливают на металлический корпус верхнее и нижнее упорные кольца, размещают в них, соответственно, верхний и нижний технологические диски, устанавливают на верхнее и нижнее упорные кольца с расположенными в них технологическими дисками, соответственно, крышку и дно;
- устанавливают в пространство между гидравлической камерой и вставкой арматуру и заливают фибробетон;
- стягивают крышку и дно между собой посредством крепежных соединений;
- подают в гидравлическую камеру жидкость с созданием опрессовочного давления, которое стабилизируют на время затвердевания фибробетона,
- снимают опрессовочное давление, и, после набора фибробетоном заданной прочности, удаляют со взрывной камеры крышку, дно и верхний и нижний

технологические диски и стягивают верхнее и нижнее упорные кольца посредством резьбовых соединений.

Кроме того, используют крышку и дно, усиленные ребрами жесткости, образующими полости, которые заполняют фибробетоном.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является равномерное распределение деформаций по высоте матрицы при взрывном нагружении, что позволяет изготавливать металлические детали методом взрывной штамповки с высоким качеством получаемой поверхности и допустимыми отклонениями по форме [6].

Сущность изобретения поясняется чертежами (см. рис. 1-7):

Для любого вида штамповки взрывом характерно наличие следующих составных элементов: энергоносителя – заряда взрывчатых веществ; передающей среды, расположенной между зарядом взрывчатых веществ и заготовкой; деформируемой заготовки; матрицы или вытяжного кольца. Наибольшее распространение получила штамповка взрывом с использованием воды в качестве среды, передающей энергию взрыва от заряда взрывчатых веществ к заготовке. В зависимости от размеров изготавливаемой детали используют различные технологические схемы штамповки взрывом. Штамповку изделий производят в стационарных бассейнах, в которых возможно многократное взрывание зарядов взрывчатых веществ.

С целью повышения эксплуатационных качеств и высокой точности изготовления изделий способом гидравлической штамповки, взрывная камера содержит металлический наружный корпус 1 в форме цилиндра с верхним и нижним упорными кольцами 2 стянутыми между собой крепежными элементами 3, которые располагают снаружи корпуса 1, что облегчает процесс изготовления матрицы – снимает эффект стесненности внутри металлического корпуса 1. Внутри корпуса 1 размещен силовой элемент 4 выполненный из фиброжелезобетона, твердеющего под давлением. Благодаря применению в бетонной смеси, используемой для изготовления силового элемента 4, волокон фибры и соблюдению технологического процесса твердения фибробетона под давлением и температурного режима, до 30% повысилась прочность, возросла стойкость к физическим нагрузкам, минимизировалось образование усадочных трещин.

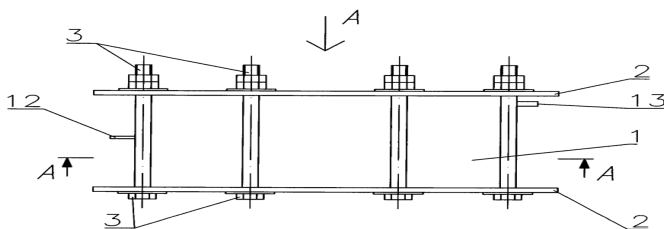


Рис. 2. Взрывная камера, сечение А-А [6], где: 1 – металлический наружный корпус в форме цилиндра; 2 и 3 – верхние и нижние упорные кольца; 12 – вакуумная трубка; 13 – штуцер.

Силовой элемент 4 выполнен с рабочей полостью 5, в которой установлена вставка 6, образующая рабочую поверхность, и с компенсационной прокладкой 7, которая установлена между вставкой 6 и внутренней поверхностью силового элемента 4.

Вставка 6 силового элемента 4 и заготовка 8, помещенная в рабочую полость 5 силового элемента 4, образуют вакуумную полость 9. Между вставкой 6 и заготовкой 8 установлены уплотнительные, герметизирующие прокладки 10.

Силовой элемент 4 размещен в металлическом корпусе 1 с образованием гидравлической камеры 11, а именно, между силовым элементом 4 и корпусом 1 взрывной камеры выполнена гидравлическая камера 11, которая наполнена жидкостью для улучшения свойств, твердеющей под давлением, бетонной смеси силового элемента 4, создания внешнего давления в силовом элементе 4, для возможности регулирования напряжений в силовом элементе 4, в металлическом корпусе 1 взрывной камеры и на рабочей поверхности вставки 6 силового элемента 4 при эксплуатации взрывной камеры. При этом гидравлическая камера 11 может быть выполнена из эластичного материала или из листового металла для создания сверхвысоких давлений в камере при изготовлении сложных по форме изделий из трудно штампуемого металла, или для получения сверхтвердых синтетических веществ.

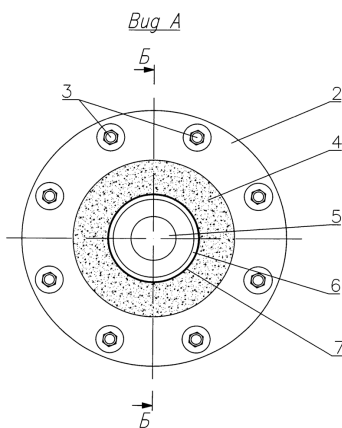


Рис. 3. Взрывная камера, вид А, сечение Б-Б [6], где: 2 и 3 – верхние и нижние упорные кольца; 4 – силовой элемент; 5 – рабочая полость; 6 – вставка; 7 – компенсационная прокладка.

Для создания вакуума в вакуумной полости 9 через корпус 1, гидравлическую камеру 11, силовой элемент 4, компенсационную прокладку 7 и рабочую поверхность вставки 6 силового элемента 4 вовнутрь вакуумной полости 9 подведена вакуумная трубка 12.

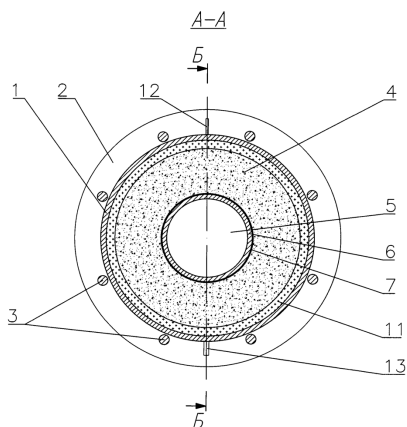


Рис. 3. Взрывная камера, вид А-А, сечение Б-Б [6], где: 1 – металлический наружный корпус в форме цилиндра; 2 и 3 – верхние и нижние упорные кольца; 4 – силовой элемент; 5 – рабочая полость; 6 – вставка; 7 – компенсационная прокладка; 11 – гидравлическая камера; 12 – вакуумная трубка; 13 – штуцер.

А для заполнения гидравлической камеры 11 жидкостью к ней подсоединен штуцер 13, который выходит наружу конструкции через отверстие в корпусе 1.

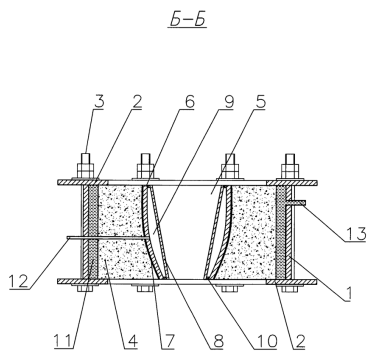


Рис. 4. Взрывная камера, вид Б-Б [6], где: 1 – металлический наружный корпус в форме цилиндра; 2 и 3 – верхние и нижние упорные кольца; 4 – силовой элемент; 5 – рабочая полость; 6 – вставка; 7 – компенсационная прокладка; 8 – заготовка; 9 – вакуумная плоскость; 11 – гидравлическая камера; 12 – вакуумная трубка; 13 – штуцер.

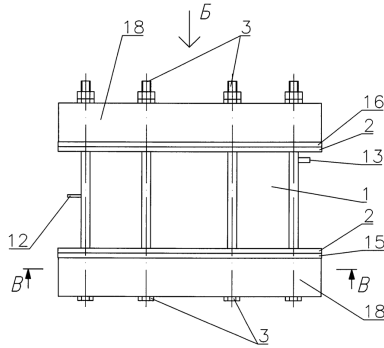


Рис. 5. Взрывная камера, вид Б, сечение В-В [6], где: 1 – металлический наружный корпус в форме цилиндра; 2 и 3 – верхние и нижние упорные кольца; 13 – штуцер; 15 – дно; 16- крышка; 18 – металлические кольца.

Взрывную камеру для гидровзрывной штамповки изготавливают следующим образом.

Предварительно, перед формообразованием изделия из заготовки 8, внутри корпуса 1 изготавливают железобетонный силовой элемент 4 с рабочей полостью 5 внутри металлического корпуса 1. В рабочую полость 5 силового элемента 4 устанавливают вставку 6 с рабочей поверхностью по форме будущего изделия и компенсационную прокладку 7, выставляя их по центральной оси взрывной камеры и гидравлической камеры 11. А гидравлическую камеру 11 выполняют, например, из эластичного материала или из листового металла для создания сверхвысоких давлений, и также устанавливают ее внутри корпуса 1.

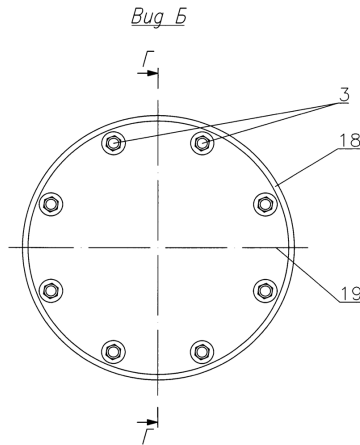


Рис. 6. Взрывная камера, вид Б, сечение Г-Г [6], где: 3 – верхние упорные кольца; 18 – металлические кольца; 19 – прессующий диск.

Устанавливают на металлический корпус 1 верхнее и нижнее упорные кольца 2, размещают в них, соответственно, верхний и нижний технологические диски 14. Устанавливают на верхнее и нижнее упорные кольца 2 с расположенными в них технологическими дисками 14, соответственно, крышку 16 и дно 15.

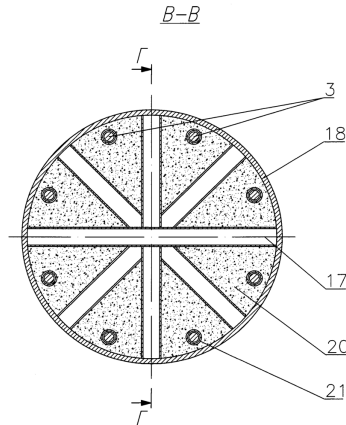


Рис. 7. Взрывная камера, вид Б, сечение Г-Г [6], где: 3 – верхние упорные кольца; 17 – ребра жесткости прямоугольного или профильного сечения; 18 – металлические кольца; 19 – прессующий диск; 20 – фибробетон; 21 – втулки.

Устанавливают в пространство между гидравлической камерой 11 и вставкой 6 расчетное количество арматуры и заливают фибробетон. Стягивают крышку 16 и дно 15 между собой крепежными соединениями 3 на время набора прочности бетона силового элемента 4. Дно 15 и крышка 16 могут быть усилены ребрами жесткости 17 прямоугольного или профильного сечения и металлическими кольцами 18. Причем полости дна 15, крышки 16 и ребер жесткости 17 могут быть заполнены фиброжелезобетоном, твердеющим под давлением.

В пространство между ребрами жесткости 17 и над ними заливают фибробетон 20, устанавливают прессующие диски 19, после чего перечисленные элементы стягивают крепежными соединениями 3. Таким образом, фибробетон 20, расположенный между ребрами жесткости 17 и прессующим диском 19, набирает проектную прочность под действием давления, образуемого после затягивания крепежных соединений 3. Для исключения прямого контакта крепежных элементов с фибробетоном 20 устанавливают втулки 21 из эластичного материала.

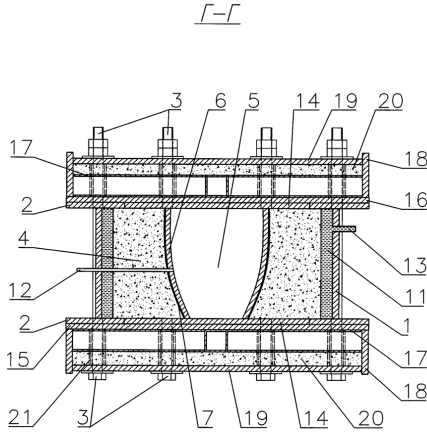


Рис. 8. Взрывная камера, вид Г-Г [6], где: 1 – металлический наружный корпус в форме цилиндра; 2 и 3 – верхние и нижние упорные кольца; 4 – силовой элемент; 5 – рабочая полость; 6 – вставка; 7 – компенсационная прокладка; 11 – гидравлическая камера; 12 – вакуумная трубка; 13 – штуцер; 14 – верхний и нижний технологические диски; 15 – дно; 16- крышка; 17 – рёбра жёсткости прямоугольного или профильного сечения; 18 – металлические кольца; 19 – прессующий диск; 20 – фибробетон; 21 – втулки.

В отличие от остальных видов бетона фибробетон не теряет своих технических характеристик даже после окончания срока службы, поскольку благодаря волокнам фибры материал становится вязким. Поэтому, благодаря своим характеристикам, фибробетон применяется в конструкциях, на которые оказывается сильное давления со стороны окружающей среды. Эти конструкции могут быть как промышленного, так и бытового характера.

Поддают в гидравлическую камеру 11 через штуцер 13 жидкость с созданием опрессовочного давления, которое стабилизируют на время затвердения фибробетона.

В процессе твердения под давлением бетон набирает заданную прочность, создавая железобетонный силовой элемент 4.

После снятия опрессовочного давления фибробетон находится в состоянии трехосного сжатия под давлением, рабочая поверхность вставки 6 силового элемента 4 сжата давлением, а корпус 1 растянут давлением.

Снимают опрессовочное давление, и, после набора фибробетоном заданной прочности, со взрывной камеры крышку 16, дно 15 и верхний и нижний технологические диски 14, и стягивают верхнее и нижнее упорные кольца 2 посредством резьбовых соединений 3. Таким образом, становится возможной равномерная деформация вставки 6, что приводит к повышению качества штампуемых изделий.

При регулировке напряженно-деформированного состояния элементов взрывной камеры с помощью гидравлической камеры 11 возникающее давление по вертикальной оси будет передаваться на упорные кольца 2. Теперь взрывная камера готова к работе и можно закладывать внутрь заготовку 8 и заряд взрывчатых веществ.

Взрывная камера для гидровзрывной штамповки работает следующим образом.

В гидравлическую камеру 11 нагнетают жидкость до необходимого давления, обеспечивающего оптимальные напряженные состояния деформаций силовых элементов: растяжение корпуса 1 и сжатие силового элемента 4 и рабочей поверхности вставки 6 силового элемента 4.

В рабочую полость 5 силового элемента 4 устанавливают заготовку 8 с уплотнительными герметизирующими прокладками 10, которые с рабочей поверхностью 6 образуют вакуумную полость 9, а также размещают и закрепляют в ней необходимый заряд взрывчатого вещества.

Через вакуумную трубку 12 откачивают воздух из вакуумной полости 9 до необходимого уровня вакуума.

Взрывную камеру помещают в бассейн с водой, где и осуществляют подрыв заряда.

После произведенного взрыва взрывную камеру извлекают из бассейна и отштампованное гидровзрывным способом изделие вынимают из взрывной камеры. А сама взрывная камера готова к следующему многократному повторному использованию.

Использование предлагаемого технического решения позволило повысить качество изготавливаемых изделий в результате создания возможности регулируемых равномерных деформаций заготовок в соответствии с заданной формообразующей рабочей поверхностью взрывной камеры [см. 7]. При этом имеется возможность изготовления взрывных больших размеров камер при значительно малых затратах за счет отказа в использовании крупногабаритных, дорогостоящих промышленных прессов, а также повысить эксплуатационные качества и увеличить многократность использования взрывной камеры.

Также имеется возможность регулирования деформаций рабочей поверхности силового элемента с помощью давления в гидравлической камере и возможность контроля точности, повышающих качество изготавливаемых изделий.

А использование фибробетона является экономически обоснованным подходом, минимизирующим пластическое образование усадочных трещин, уменьшающим термическое растрескивание и увеличивающим износостойкость бетона. А проведение технологического процесса изготовления изделий под давлением, создаваемым в закрытом объеме с соблюдением заданного температурного режима, значительно повышает прочностные характеристики фибробетона, и, как результат: высокие надежность, прочность и долговечность предлагаемой взрывной камеры.

#### **Библиографический список**

1. Авторское свидетельство № 178348 А1 СССР, МПК В21D 26/06, В21D 22/20, В21D 37/00. Устройство для беспрессовой штамповки : № 890707/25-27 : заявл. 26.03.1964 : опубл. 22.01.1966 / В. И. Бакулин, Е. А. Глухаткина, Ф. А. Перпер, С. М. Поляк. – EDN VUDBOW.
2. Авторское свидетельство № 199809 А1 СССР, МПК В21D 26/08. Бассейн для взрывной штамповки : № 937531/25-27 : заявл. 09.01.1965 : опубл. 13.09.1972 / Б. П. Кринкин, В. Е. Луцкий, С. Я. Малолетнев, Ю. М. Мещеряков. – EDN PXBTTK.
3. Патент № 2323772 С1 Российская Федерация, МПК В01J 3/08, В21D 26/06, В82В 3/00. Взрывная камера для синтеза детонационных наноалмазов : № 2006127041/15 : заявл. 26.07.2006 : опубл. 10.05.2008 / В. В. Даниленко, Е. В. Даниленко. – EDN ZRDJSO.
4. Патент № 2078661 С1 Российская Федерация, МПК В23К 20/08, В21D 26/06. Камера для взрывной обработки материалов : № 95100884/02 : заявл. 20.01.1995 : опубл. 10.05.1997 / А. Н. Аверин, Л. И. Филатов, А. В. Алексеев [и др.] ; заявитель Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-

исследовательский институт технической физики, Министерство Российской Федерации по атомной энергии. – EDN UOUGNH.

5. Патент № 2619545 С1 Российская Федерация, МПК В21D 26/08. Взрывная камера : № 2015153950 : заявл. 15.12.2015 : опубл. 16.05.2017 / С. М. Анпилов, Г. В. Мурашкин, В. Г. Мурашкин [и др.]. – EDN EARISG.
6. Патент № 2743176 С1 Российская Федерация, МПК В21D 26/08. Взрывная камера для гидровзрывной штамповки и способ изготовления взрывной камеры для гидровзрывной штамповки : № 2020118465 : заявл. 26.05.2020 : опубл. 15.02.2021 / С. М. Анпилов, Д. А. Кретов, Г. В. Мурашкин [и др.]. – EDN YEXQAQ.
7. Анпилов, С. Пути прогресса и развития в науке / С. Анпилов. – Тольятти : Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2021. – 186 с. – ISBN 978-5-6044616-2-4. – DOI 10.51608/9785604461624. – EDN YTOIRW.

Научное издание

**ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ  
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Выпуск 4**

*Электронный сборник статей*

Под редакцией академика РААСН  
В.В. Петрова

Публикуется в авторской редакции  
Компьютерная верстка, макет А.А. Сорочайкиной

Подписано в печать 15.06.2023.

Издательство - АНО «ИССТЭ».  
445047, Самарская область, г. Тольятти, а/я 25.  
E-mail: [expert763@mail.ru](mailto:expert763@mail.ru).