

---

---

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ  
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

---

---

УДК 621.86.06

**КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ,  
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ДЕМОНТАЖА РАДИОАКТИВНЫХ  
ОБЪЕКТОВ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

© 2015 г. Д.Н. Федоренко

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (ИСОП) филиала ДГТУ в г. Шахты,  
Ростовская обл.*

Рассмотрены новые подвесные автоматические грузозахватные устройства для работы с листами, прутками и трубами по безлюдной технологии.

*Ключевые слова:* подвесные автоматические захваты, конструктивные схемы, лист, стержень, труба, операционный процесс, безлюдная технология.

Поступила в редакцию 27.05.2015

Рассмотренные решения [1] шести конструктивных схем автоматических грузозахватных устройств (АГЗУ) созданы по известной методике [2, 3] для работы с различными объектами в особых условиях по безлюдной технологии.

Представленные ниже конструктивные схемы АГЗУ листов, цилиндрических стрижней и труб разработаны согласно логическому алгоритму [2] поиска технических решений, близких к оптимальным.

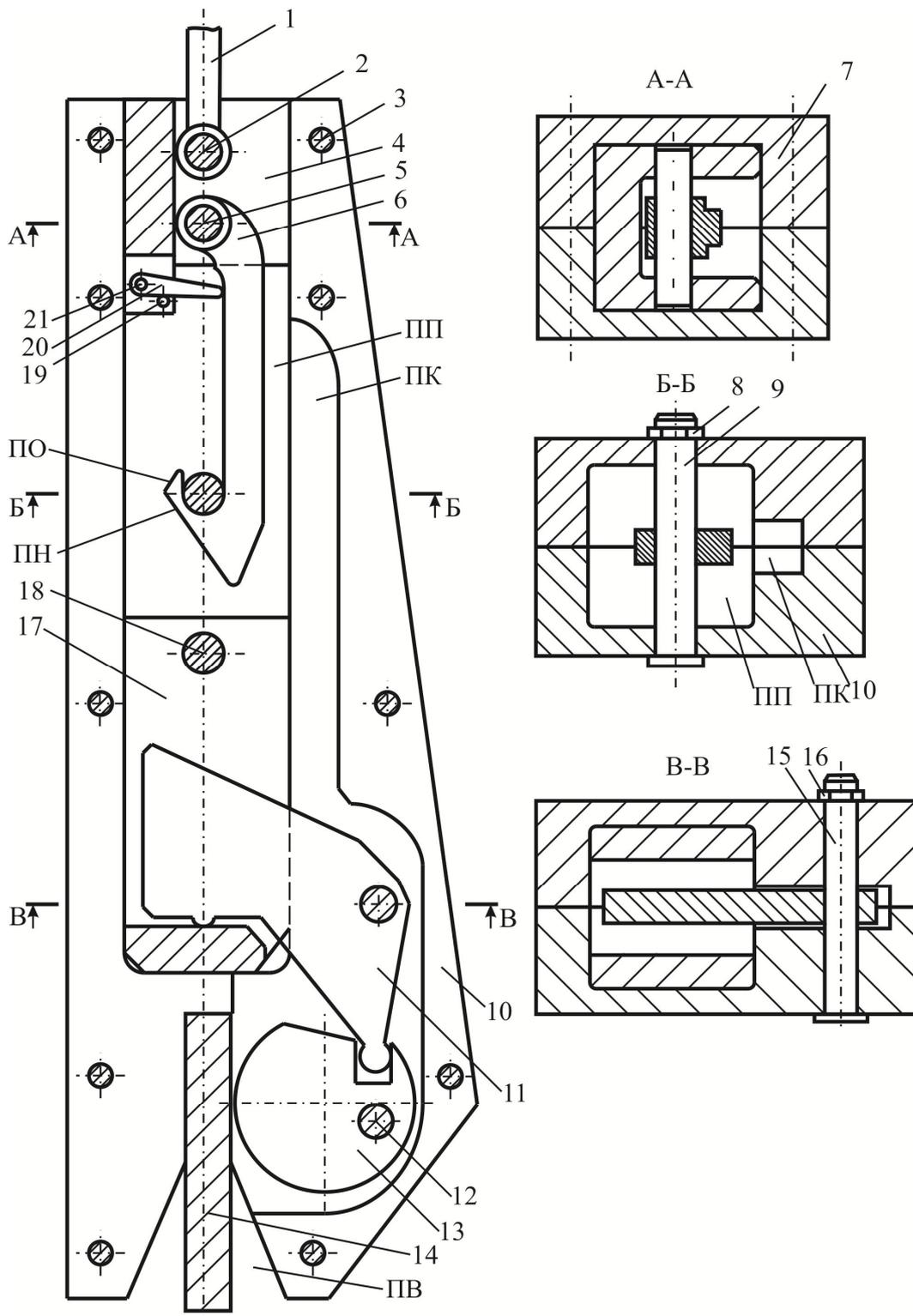
#### АВТОМАТИЧЕСКИЙ ЗАХВАТ ЛИСТА (АЗЛ)

Устройство АЗЛ представлено на рисунке 1.

Корпус АЗЛ состоит из левой 7 и правой 10 щек, соединённых между собой винтами крепления 3, внутри корпуса имеется паз ПП для ползуна, в котором перемещается по вертикали ползун 4 подъёма, подвешенный на стержне подвеса 1. На ползуне 4 подъёма подвешен крюк 6, который подхватывает ось 9 подъёма захвата для освобождения листа 14 от АЗЛ и перемещения устройства, для захвата оси 18 ползуна грузового, предназначенного для захвата листа 14 с помощью кулачка 11 и эксцентрика 13.

АЗЛ работает следующим образом.

Устройство, подвешенное на стержне 1 подвеса, закреплённого на оси 2 подвеса, опускается на объект-лист 14. АЗЛ подвешен на крюке 6, закреплённом на оси 5 крюка в ползуне 4 подъёма, поддерживающего ось 9 подъёма захвата между левой 7 и правой 10 щеками. Для точного наведения АЗЛ на лист 14 имеется паз ПВ для вхождения листа между левой 7 и правой 10 щеками. После того как лист 14 попал в паз ПВ, ползун 4 подъёма продолжает двигаться вниз в пазу ПП для ползуна, при этом крюк 6 освобождает из захвата ось 9 подъёма ползуна; при дальнейшем движении ползуна 4 крюк 6 соприкасается плоскостью направляющей ПН с осью 18 ползуна грузового, крюк 6 отклоняется вправо, при дальнейшем движении вниз крюк 6 подхватит ось 18 ползуна грузового. Между листом 14 и эксцентриком 13 имеется зазор для свободного входа листа до упора.



**Рис. 1.** – Автоматический захват листа: 1 – стрележь подвеса; 2 – ось подвеса; 3 – винт крепления; 4 – ползун подъёма; 5 – ось крюка; 6 – крюк; 7 – щека левая; 8 – шайба; 9 – ось подъёма захвата; 10 – щека правая; 11 – кулачок; 12 – ось эксцентрика; 13 – эксцентрик; 14 – лист; 15 – ось кулачка; 16 – шайба; 17 – ползун грузовой; 18 – ось ползуна грузовой; 19 – ось ограничения упора; 20 – упор; 21 – ось упора; ПП – паз для ползуна; ПК – паз для крюка; ПВ – паз для вхождения листа; ПО – плоскость крюка отклоняющая; ПП – плоскость крюка направляющая

Захват листа 14 происходит следующим образом. При подъёме стержня 1 подвеса поднимается ползун 4 подъёма с крюком 6. Крюк 6 при движении вверх подхватывает ось 18 ползуна грузового и поднимает ползун грузовой 17, поворачивая кулачок 11 на оси 15 по часовой стрелке, при этом выступ кулачка, входящий в паз эксцентрика, вращает эксцентрик 13 против часовой стрелки, эксцентрик зажимает лист 14 в пазу ПВ. Надёжность захвата листа 14 обеспечивается за счёт усилия, получаемого из условий эксцентричности захвата и собственной силы тяжести листа 14. Далее АЗЛ с зажатым объектом поднимается и перемещается на нужную технологическую позицию.

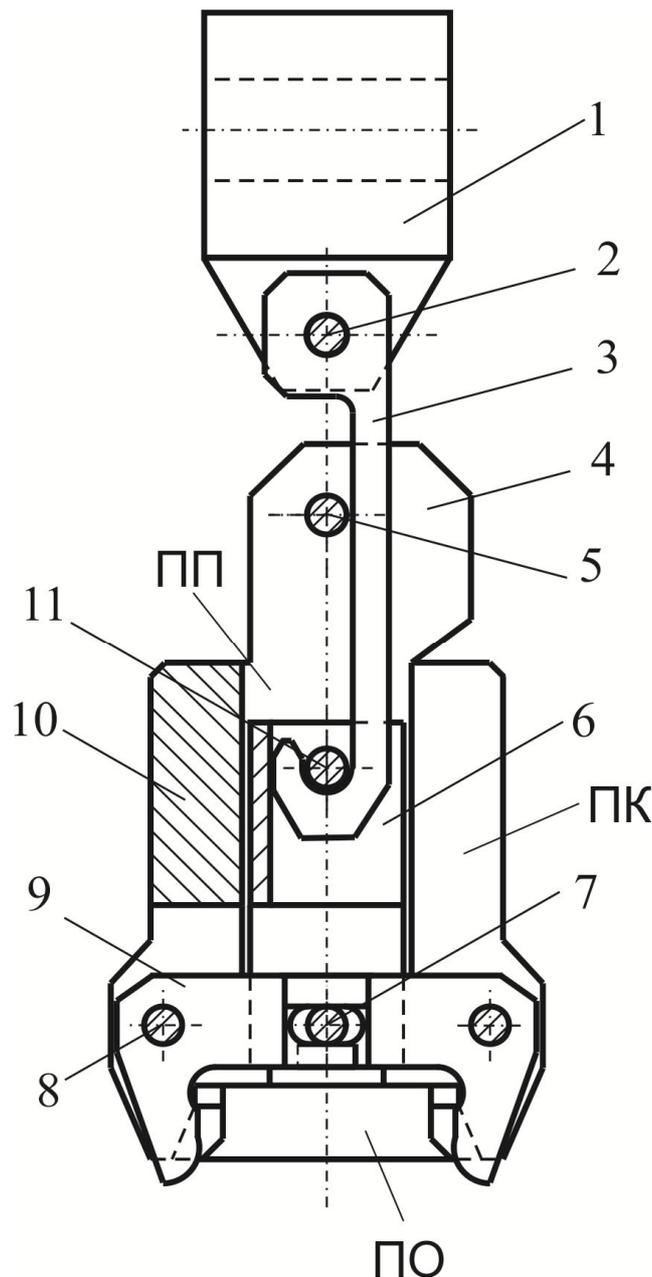
Освобождение объекта происходит следующим образом. АЗЛ вместе с листом, подвешенным на оси подвеса 1, опускается на неподвижное основание вместе с ползуном 4 подъёма и крюком 6, крюк 6 при опускании освобождает ось 18 ползуна грузового; ползун 4 подъёма продолжает движение вниз до момента соприкосновения упора 20 с осью 9 ползуна захвата; упор 20 отклоняется против часовой стрелки и фиксирует крюк 6, кулачок 11 с эксцентриком 13 возвращаются в исходное положение, освобождая лист 14, далее ползун 4 подъёма начинает движение вверх, поднимая вслед за собой крюк 6, крюк 6 при соприкосновении оси 18 ползуна грузового плоскостью отклонения ПО отклоняется против часовой стрелки, освобождая упор 20. Дальнейшее поднятие крюка 6 приводит к захвату оси подъёма захвата 9, поднимая АЗЛ и освобождает лист 14 из паза ПВ. Устройство готово к следующей операции.

### ЗАХВАТ АВТОМАТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ (ЗАУ)

Устройство предназначено для автоматизации процесса захвата, перемещения и освобождения объектов в виде цилиндрических или призматических стержней с плоскими торцами (изображено на рисунке 2) и представляет собой зацеп 1 грузоподъёмного устройства, на котором находится крюк 3, установленный на оси зацепа 2; корпус 10, к которому прикреплены левая и правая щеки 4 с помощью обычных крепёжных винтов; в корпусе 10 имеется сквозное цилиндрическое отверстие (паз для ползуна ПП), в котором перемещается ползун 6. В нижней части корпуса 10 помещены левый и правый рычаги 9, собранные встык на осях 8 рычагов. Паз ПК предназначен для обеспечения свободного входа – выхода крюка 2. ПО – поверхность, обеспечивающая свободный обхват объекта.

Процесс наведения ЗАУ на объект происходит следующим образом. ЗАУ, подвешенный на зацепе 1 с крюком 3, поддерживающим ЗАУ на оси 5 щеки, опускается на объект, на крюке 3, таким образом, удерживается корпус 10. Левый и правый рычаги 9 находятся в разомкнутом положении. Под действием вращающего момента от действия сил тяжести левый рычаг поворачивается по часовой стрелке, правый – против часовой стрелки относительно осей 8. При соприкосновении торца объекта с поверхностью корпуса 10 в пазу для объекта ПО зацеп 1 с крюком 3 на оси 2 продолжает движение вниз. Крюк 3 при дальнейшем опускании выходит из контакта с осью 5. С помощью подъёмного устройства крюк 3 выводится вправо в пазу ПК из устройства.

Захват объекта происходит следующим образом. Зацеп 1 с крюком 3, подвешенный на оси зацепа 2 через паз ПК вводится под ось 11 ползуна 6 и начинает движение вверх. Крюк 3 подхватывает и поднимает ось 11 ползуна вместе с ползуном, ползун 6 перемещается в пазу ПП, тем самым ось ползуна 7, находящаяся в захвате между концами левого и правого рычага 9, поднимает левый и правый рычаги 9, которые, поворачиваясь относительно осей 8, зажимают и удерживают объект в пазу ПО. Устройство с зажатым объектом перемещается на заданную технологическую позицию.



**Рис. 2.** – Захват автоматический универсальный: 1 – зацеп, 2 – ось зацепа, 3 – крюк, 4 – щека (левая, правая), 5 – ось щеки, 6 – ползун, 7 – ось ползуна, 8 – ось рычага, 9 – рычаг (левый, правый), 10 – корпус, 11 – ось подвеса ползуна. ПП – паз для перемещения ползуна; ПК – паз для перемещения крюка; ПО – поверхность для обеспечения свободного входа и выхода объекта

Освобождение объекта из захвата происходит следующим образом. Объект должен быть установлен на неподвижном основании. Зацеп 1 с крюком 3 на оси зацепа 2 начинает движение вниз. Ползун 6 при опускании объекта на плоскость технологической позиции, находясь в захвате крюка 3, продолжает опускаться, ось ползуна 7 опускаясь, поворачивает левый и правый рычаги 9, освобождая объект из захвата, крюк 3 продолжает движение ниже оси 11 и с помощью подъёмного устройства выводится из зоны зацепления вправо в пазу для крюка ПК. Зацеп 1 с крюком 3 с помощью подъёмного устройства начинает движение вверх; крюк 3, поднимаясь и перемещаясь влево, захватывает ось 5 щеки, поднимая ЗАУ уже без объекта. Устройство готово к следующей операции.



**Рис. 3.** – Захват автоматический универсальный в процессе операции с цилиндрическим объектом

Испытание захвата в лабораторных условиях; как представлено на рисунке 3 показали его полную функциональную пригодность.

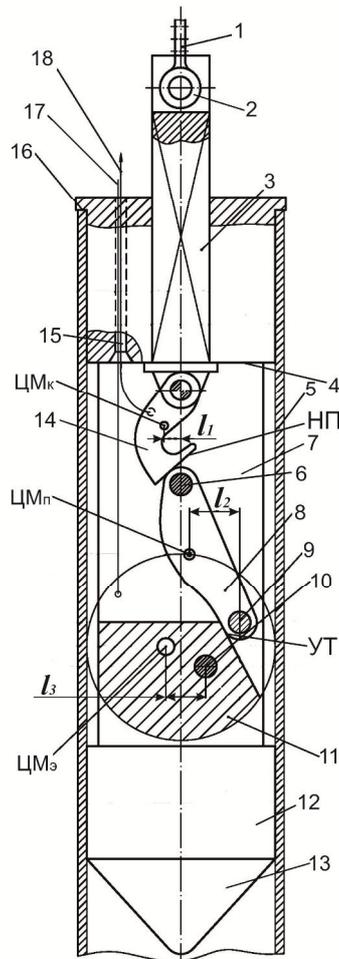
### ЭКСЦЕНТРИКОВЫЙ ЗАХВАТ ТРУБЫ (ЭЗТ)

При демонтаже радиоактивного оборудования необходимо поднимать трубы различных диаметров способом, обеспечивающим процесс демонтажа по безлюдной технологии. В таком случае целесообразно применение автоматических или полуавтоматических грузозахватных устройств, работающих по принципу захвата и зажима объекта по внутренней поверхности. Используя принцип работы эксцентрика, рассмотрим возможный вариант конструктивной схемы ЭЗТ для захвата трубы, установленной вертикально, как представлено на рисунке 4.

К канату 1 подъемного устройства крепится устройство подвеса 2, к которому прикреплён ползун 3 прямоугольного сечения, крюк 14 подвешен на оси к ползуну 3.

Работа устройства происходит следующим образом.

Устройство, подвешенное на канате 1 к подъемному устройству на оси 2 подвеса, к которому прикреплён ползун прямоугольного сечения 3, опускается на объект (труба 5). Конус направляющий 13 устройства предназначен для удобства точного наведения на трубу 5. Устройство продолжает опускаться, находясь внутри трубы 5, до того момента как посадочный торец 16 корпуса 12 ходового цилиндра соприкоснется с верхней кромкой трубы 5. Ползун 3 продолжает движение вниз, при этом крюк 14 отклоняется относительно оси своего подвеса влево по часовой стрелке при контакте его направляющей поверхности НП с осью 6 проушины верхней, до того момента как ось проушины верхней 6 окажется под захватом крюка 14, после чего ось 6 проушины 8 оказывается в зеве крюка.



**Рис. 4.** – Полуавтоматический эксцентриковый захват трубы: 1 – канат, 2 – ось устройства подвеса, 3 – ползун прямоугольного сечения, 4 – упорный торец ходового цилиндра, 5 – труба, 6 – ось проушины верхняя, 7 – паз П для размещения в нём крюка, проушины и эксцентрика, 8 – проушина, 9 – ось проушины нижняя, 10 – ось эксцентрика, 11 – эксцентрик, 12 – корпус ходового цилиндра, 13 – конус направляющий, 14 – крюк, 15 – отверстие для прохода канатов, 16 – посадочный торец, 17 – канат поворота эксцентрика, 18 – канат поворота крюка, ЦМ<sub>к</sub> – центр масс крюка, ЦМ<sub>п</sub> – центр масс проушины, ЦМ<sub>э</sub> – центр масс эксцентрика, НП – направляющая поверхность, УТ – упорный торец для проушины

При подъёме крюк 14 захватывает ось 6 проушины верхней и начинает поднимать её, тем самым другой конец проушины через ось 9 проушины нижней начинает поворачивать эксцентрик 11 относительно оси 10 эксцентрика против часовой стрелки, тем самым эксцентрик 11 зажимает изнутри трубу 5 обеспечивая жёсткий захват объекта. Представленная на рисунке 4 схема объясняет устойчивое положение проушины 8 за счёт действия вращающего против часовой стрелки момента  $M_n = G_n \cdot l_2$  где  $G_n$  – вес проушины;  $l_2$  – расстояние по горизонтали между осью 9 нижней и центром масс ЦМ<sub>п</sub> проушины. Отклонение проушины ограничивается упорным торцом УТ. Эксцентрик 11 повернут относительно оси 10 против часовой стрелки под воздействием вращающего момента  $M_э = G_э \cdot l_3$  где  $G_э$  – вес эксцентрика,  $l_3$  – расстояние по горизонтали между осью 10 и центром масс эксцентрика ЦМ<sub>э</sub>. Крюк 14 стремится принять положение, при котором центр масс крюка находится на вертикальной оси под воздействием момента  $M_к = G_к \cdot l_1$ , где  $G_к$  – вес крюка,  $l_1$  – расстояние от вертикальной оси центра масс крюка. Устройство с объектом поднимается и перемещается на заданную технологическую позицию.

Освобождение объекта происходит следующим образом. Устройство вместе с

объектом опускается до соприкосновения трубы 5 с твёрдой поверхностью технологической позиции. Ползун 3 при этом продолжает движение вниз с крюком 14, крюк 14 выходит из зацепления с осью проушины верхней 6. Канатом подъёма крюка 18 поднимаем и фиксируем крюк 14, освобождая из захвата ось 6 проушины верхней. Канатом подъёма эксцентрика 17 при подъёме проворачиваем по часовой стрелке и фиксируем эксцентрик 11, освобождая трубу 5 от контакта с эксцентриком 11. Устройство поднимается. Только после того как устройство вышло из трубы 5, канат подъёма эксцентрика 17 и канат подъёма крюка 18 опускаются, возвращая крюк 5 и эксцентрик 11 в исходное положение. Устройство готово к следующей операции.

Рассмотренные конструктивные схемы являются исходными для создания АГЗУ для работы при ЧС, в радиоактивной зоне, при демонтаже и аварийных работах под водой и по любой безлюдной технологии при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кравченко, П.Д. и др.* Уровень вероятности безотказной работы автоматических грузозахватных устройств [Текст] / П.Д. Кравченко, Н.А. Русская, Д.Н. Федоренко // *Машиностроение и техносфера XXI века : сборник трудов XXI международной научно-технической конференции в г. Севастополь 15–20 сентября. 20 лет. – Донецк: МСМ, 2014. – 326 с.*
2. *Кравченко, П.Д. и др.* Конструкторские решения при проектировании транспортно-технологического оборудования в атомном машиностроении [Текст] / П.Д. Кравченко [и др.] : монография. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2008. – 186 с.
3. *Половникин, А.И.* Основы инженерного творчества: учебное пособие для студ. вузов [Текст] / А.И. Плогоинкин. – М: Машиностроение, 1988. – 368 с.

### REFERENCES

- [1] Kravchenko P.D., Russkaya N.A., Fedorenko D.N. Uroven veroyatnosti bezotkaznoj raboty avtomaticheskikh gruzozaxvatnykh ustrojstv [Level of probability of no-failure of automatic load gripping devices. *Mashinostroenie i texnosfera XXI veka : sbornik trudov XXI mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii v g. Sevastopol 15–20 sentyabrya. 20 let.* [Mechanical engineering and technosphere of the XXI century: the collection of works of the XXI international scientific and technical conference, Sevastopol, September, 15th-20th. 20 years] Donetsk. Pub. MSM [International union of mechanics], 2014, 326 p. (in Russian)
- [2] Kravchenko P.D. etc. Konstruktorskie resheniya pri proektirovanii transportno-texnologicheskogo oborudovaniya v atomnom mashinostroenii [Construction decisions during transport processing equipment design in nuclear mechanical engineering] : monografiya [monograph]. Shahty, Pub. Izdatel'stvo YuRGUES [Shahty. Pub. SRSUES], 2008, 186 p. (in Russian)
- [3] Polovnikin A.I. Osnovy inzhenernogo tvorchestva [Bases of engineering creativity]. Uchebnoe posobie dlya stud. vuzov [manual for students of higher education institutions] M. Pub. Mashinostroenie [Mechanical engineering], 1988, ISBN 5-217-00016-3, 368 p. (in Russian)

### **Constructive Schemes Load Gripping Devices Intended for Dismantling Nuclear Facilities and Elimination of Emergency Situation Consequences**

**D.N. Fedorenko**

*Institute of service industry and business (ISIB) the branch of DSTU ,  
282-2 Krasnoarmeyskaya St., Orlovskiy, Rostov region, Russia 347512  
e-mail: fdn999@ya.ru*

**Abstract** - New suspended automatic load gripping devices for operation with sheets, bars and tubes without human intervention are considered.

**Keywords:** suspended automatic captures, constructive schemes, sheet, rod, tube, operational process, deserted technology.