

**ПРИМЕР ЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОИСКА ПРИ СОЗДАНИИ
АВТОМАТИЧЕСКИХ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ДЛИННОМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Кравченко П.Д., Березин И.В., Яблоновский И.М.
(ВИС ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС», г.Волгодонск, Россия)

***Аннотация:** Работа посвящена особенностям процедуры поиска во время нахождения лучшего технического решения при создании автоматических грузозахватных устройств для длинномерных горизонтальных объектов. Описаны несколько новых конструктивных схем*

***Ключевые слова:** автоматические грузозахватные устройства; эвристический поиск решения, длинномерные горизонтальные объекты*

Спасательные операции при чрезвычайных ситуациях в опасных средах и демонтажные операции при снятии АЭС с эксплуатации требуют применения надежных автоматических грузозахватных устройств (АГЗУ) для работы с различными объектами

Рассмотрим практические приемы, использовавшиеся авторами при создании новых конструктивных схем АГЗУ для работы с объектами типа горизонтального или слабонаклоненного сплошного металлического прутка, трубки, каната, многогранника, являющихся захватными элементами объектов, подлежащих захвату, перемещению и установке на требуемую технологическую позицию.

В качестве основного конструктивного направления мы выбрали методические приёмы, представленные в учебнике А.И. Половинкина [1]. В общем виде указанная методика представлена в монографии [2], представляющей множество конструкторских решений, полученных с использованием логического алгоритма [3] поиска лучших технических решений.

Целью эвристического поиска является нахождение лучшего технического решения путем упрощения и повышения надежности конструктивных схем, имеющих существенную новизну.

Представленное на рисунке 1 новое техническое решение позволяет создать простую конструкцию и повысить надёжность операции захвата длинномерного горизонтального объекта путем геометрического замыкания объекта.

Устройство состоит из следующих элементов. Серьга 1 является элементом канатного подъёма и является соединительным звеном для двух боковых пластин 2, являющихся корпусной базой всего устройства.

Ось несущая 3 является опорой для крюка фасонного 4, взаимодействующего с объектом 5 – горизонтальным или слабонаклонным прутком, трубой или кругом в поперечном сечении.

Две вставки 6 совместно с серьгой 1 служат базовыми элементами, к которым присоединены две боковые пластины 2 для образования паза шириной S , обеспечивающего свободный поворот крюка фасонного 4 относительно оси несущей 2, как показано в сечении А-А. Ось несущая 3 фиксируется шайбой 10 и шплинтом 11. В боковых пластинах 2 вырезан вертикальный направляющий паз П, в котором свободно перемещается объект 5.

Опора 7 и ось упора 8 зафиксированы шайбами и шплинтами. Опора 7 служит ограничением угла поворота вниз упора 9, фиксирующего крюк фасонный 4 в положении, позволяющим освободить объект после его перемещения.

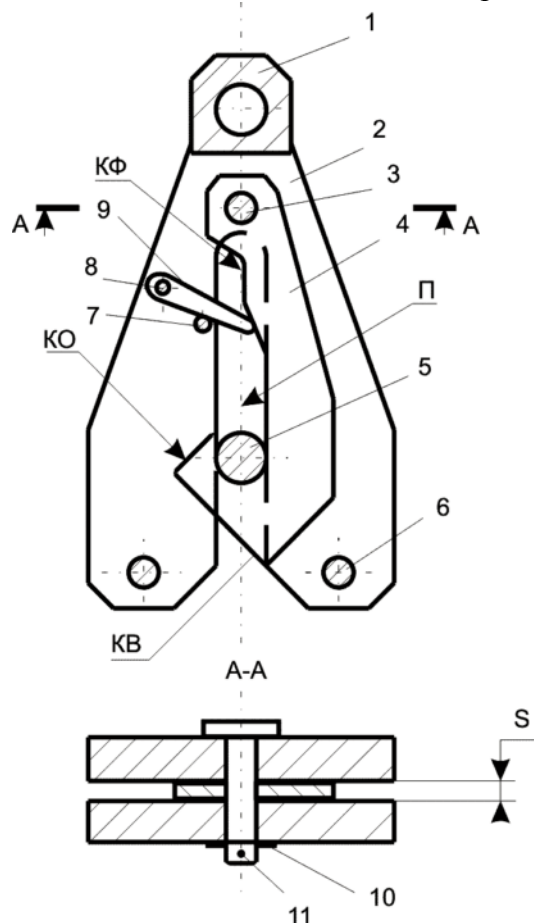


Рис. 1. Подвесное крюковое автоматическое грузозахватное устройство

Крюк фасонный 4 имеет три плоскости контакта для взаимодействия с объектом 5: КВ – плоскость контакта для обеспечения входа объекта 5 в паз П при опускании устройства, КО – плоскость контакта для создания условий для освобождения объекта 5 при поднятии устройства и КФ – плоскость контакта для фиксации упора 9. После входа объекта в паз П и возврата крюка в исходное положение объект оказывается в геометрически замкнутом пространстве.

При опускании устройства объект 5 взаимодействует с плоскостью контакта КВ на крюке фасонном 4, поворачивает его против часовой стрелки, и входит в направляющий паз П пластины 2 выше захватной кромки крюка 4, после чего крюк возвращается в исходное положение, осуществляя подхват объекта.

Чтобы освободить объект 5, устройство нужно опустить вниз по вертикали до контакта объекта 5 с упором 9 на плоскости КФ; при дальнейшем опускании устройства объект 5 поднимает упор 9, конечный элемент которого, взаимодействуя с плоскостью КФ, поворачивает крюк фасонный 4 против часовой стрелки в положение, при котором упор 9 фиксирует крюк 4.

При поднятии устройства крюк фасонный 4 остаётся в зафиксированном положении. Плоскость контакта КО крюка фасонного при этом оказывается в пазу направляющем П. Дальнейший подъём устройства приводит к контакту объекта 5 с плоскостью КО крюка фасонного 3, при этом крюк поворачивается против часовой

стрелки, освобождая путь объекту 5. Упор 9 под действием силы тяжести поворачивается по часовой стрелке до контакта с опорой 7. После освобождения объекта крюк фасонный 3 под действием момента сил тяжести относительно оси несущей 3 возвращается в исходное положение.

Рассмотренная схема АГЗУ предназначена для обоснования конструктивного исполнения устройств захвата объектов вышеуказанной формы, перемещения и установки их на требуемые технологические позиции, причем за время этих операций объект не зафиксирован, и может перемещаться в устройстве по вертикали.

Обеспечение условий надёжного захвата и зажима объекта в устройстве является основным требованием безопасного ведения работ в чрезвычайных ситуациях и при работе по безлюдной технологии, особенно при работе с радиоактивными объектами, или при подводных и спасательных работах.

Поиск новых конструктивных схем производим с помощью Приложения 2 [1]. Из 12 разделов фонда эвристических преобразований объекта находим прямые подсказки:

Один элемент выполняет несколько функций, благодаря чему отпадает необходимость в других элементах...Присоединить к объекту новый элемент в виде жёстко или шарнирно соединенной пластины (стержня, оболочки или трубы) ...Изменить традиционную ориентацию объекта в пространстве...Использовать и «пустое пространство» между элементами объекта. Один элемент проходит сквозь полость в другом элементе. Осуществить сопряжение по нескольким поверхностям. Заменить поступательное (прямолинейное) или возвратно- поступательное движение вращательным. Инверсия приёма. Использовать массу объекта (элемента) или периодически возникающие усилия для получения дополнительного эффекта. Использовать эмпатию: мысленно превратить себя в объект (элемент), с помощью своих ощущений найти наиболее целесообразное решение. Упростить форму и конструкцию детали путём сокращения числа обрабатываемых поверхностей...

Указанный перечень приёмов был предварительно обсуждён авторами и распечатан на отдельных листах. Каждый из авторов предложил свой вариант наглядного представления логической последовательности операций взаимодействия захватных элементов АГЗУ с контактными элементами объекта [3]. Каждый из авторов самостоятельно предложил свои варианты решения как устно, так и с помощью эскизов – элементов и набросков конструктивной схемы. Происходил своего рода «мозговой штурм» при обсуждении, естественно, с запретом критики вариантов. Вероятно, каждый из авторов предлагаемых вариантов решений применял в процессе проектирования собственные приёмы поиска рационального варианта решения, а вышеуказанный перечень только напоминал о необходимости поиска именно в указанных направлениях и способствовал приближению к принятию окончательного варианта конструктивной схемы.

Предложенные ниже две конструктивные схемы с фиксированием объекта в АГЗУ являются результатом согласования всех предложенных вариантов после их критического рассмотрения.

Предложенный новый перспективный вариант технического решения позволяет осуществить подхват, захват и зажим объекта и перемещение его в зажатом состоянии с использованием подвесного автоматического захватно-зажимного ловителя, представленного на рисунке 2.

Скоба 1 является местом подсоединения устройства к подъёмному устройству и соединяется со стержнем подъёмным 2 посредством резьбового соединения с мелким шагом.

Стержень подъемный 2 воспринимает основную нагрузку при работе устройства и состоит из резьбовой части и цилиндрической части, причём на цилиндрической части имеется отверстие для размещения в нём конечного элемента опорного конца рычага 8. Между резьбовой и цилиндрической частями имеются опорный буртик для базирования снизу цилиндрической пружины 5 сжатия.

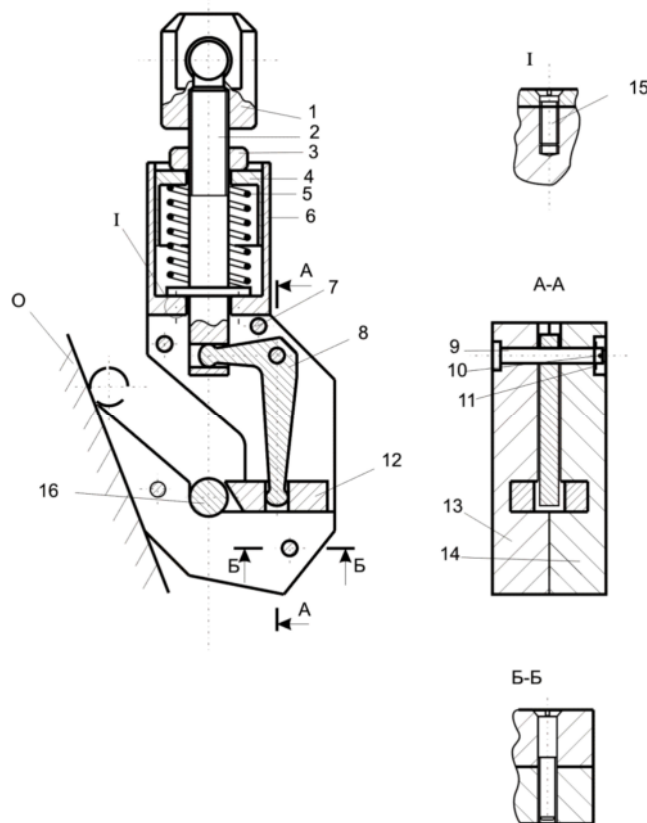


Рис. 2. Подвесной автоматический захватно – зажимной ловитель

Гайка 3 поджимает гильзу опорную 4, основание которой является верхней базой для цилиндрической пружины 5.

Гильза опорная 4 перемещается по посадке с зазором относительно гильзы направляющей 6 при регулировании усилия сжатия пружины 5 гайкой 3. Гильза направляющая 6 прикрепляется неподвижно к корпусам левому 13 и правому 14 посредством винтов 15, как показано на выносном элементе I.

Корпуса левый 13 и правый 14 соединяется неподвижно с помощью винтов стяжных 7, как показано в сечении Б-Б.

Корпуса выполнены в виде плоских многогранных деталей, как показано на основном виде и в сечении А-А, с плоской прорезью, в которой размещается фигурный рычаг 8, смонтированный по ходовой посадке на цилиндрической оси 9, зафиксированной в корпусах 13 и 14 шайбой 11 и шплинтом 10.

Фигурный рычаг 8 взаимодействует со стержнем подъемным 2 и с упором 12 посредством контакта своих конечных элементов со стенками отверстий в стержне подъемном 2 и упоре 12.

Упор 12 взаимодействует с объектом 16 посредством конечного элемента рычага 8 и перемещается по ходовой посадке.

Захват объекта 16 происходит при наклонном положении устройства. На рисунке 3 основание О показано условно в наклонном положении, а объект перед

захватом показан пунктиром. В этом случае при захвате объекта необходимо перемещать устройство посредством скобы 1 подъемного устройства влево и вверх.

Подвешенное на скобе устройство опускается по вертикали до соприкосновения с горизонтальным или наклонным основанием О. Под действием момента, возникающего от сил тяжести устройства относительно точки контакта устройства с основанием захватная часть устройства подводится к объекту, показанному пунктирной линией.

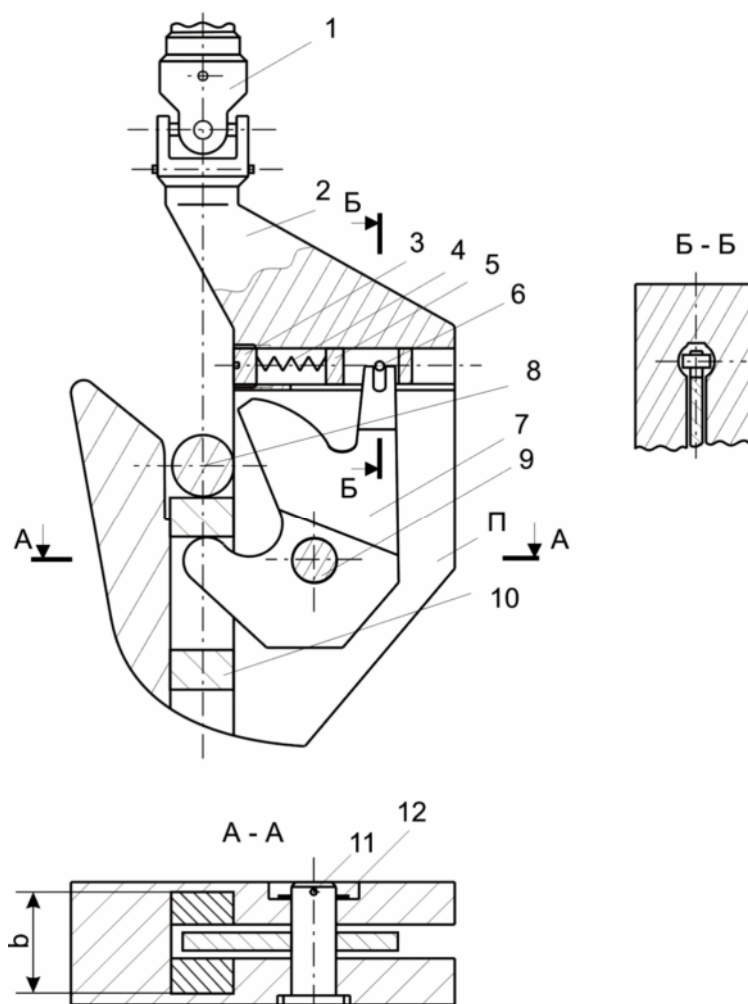


Рис. 3. Подвесной автоматический захват-ловитель

При перемещении устройства влево и вверх объект 16 попадает в нижнее положение, в зону действия упора 12.

При подъеме устройства вместе с объектом и увеличении сопротивления его перемещению пружина 6 сжимается под действием опорного буртика стержня подъемного 2 и гильзы опорной 4. Стержень опорный 2 перемещается вверх относительно гильзы направляющей 6 и корпусов 13 и 14, при этом конечный элемент рычага 8, размещенный в отверстии стержня подъемного 2, поворачивает рычаг 8 относительно оси 9 по часовой стрелке.

Другой конечный элемент рычага 8 взаимодействует со стенкой отверстия упора 12, перемещает последний влево, до контакта с объектом 16, причем усилие зажатия объекта будет тем больше, чем больше сопротивление перемещению объекта.

Устройство вместе с зажатым объектом перемещается на требуемую технологическую позицию.

Освобождение объекта может быть произведено после его установки на требуемую позицию, при этом пружина 5 возвращает стержень подъёмный 2 в исходное положение; рычаг 8 поворачивается в направлении часовой стрелки и отодвигает упор 12 вправо, освобождая объект.

В предложенной конструктивной схеме усилие зажима объекта передаётся через пружину, двуплечий рычаг и ползун-упор. Схема оказалась конструктивно сложнее представленной на рисунке 1, однако теперь обеспечивается подхват, захват и зажим объекта.

Следующей задачей является уменьшение количества элементов, обеспечивающих захват и зажим объекта и повышение надежности всех операций.

Используя указанные выше приёмы, рассмотрим схему, обеспечивающую условия зажима объекта одним элементом - фигурным фиксатором.

На рисунке 3 представлен общий вид описываемого устройства – подвесного автоматического захвата-ловителя, сечение А-А, сечение Б-Б.

Шарнирная муфта 1 предназначена для обеспечения возможности отклонения оси устройства от вертикального положения при проведении операции подвода устройства под объект при ограничении свободного пространства.

Корпус 2 захвата-ловителя является основной базовой деталью с прорезью П, в которой расположен фигурный фиксатор 7 с возможностью его поворота по посадке с зазором относительно оси 9.

В корпусе 2 расположен опорный стержень 10 прямоугольного сечения с длиной контактной линии b . Он может перемещаться по вертикали в прямоугольном отверстии корпуса 2.

В прорезь стержня 10 входит со свободным зазором кулачковый профиль фиксатора 7 для взаимодействия при передаче усилия от объекта 8 на стержень 10, далее на фиксатор 7, который при повороте относительно оси 9 против часовой стрелки зажимным выступом фиксирует объект 8. Ширина фиксатора 7 в месте контакта с объектом равна длине b контактной линии опорного стержня 10. Это обеспечивает условие зажима объекта по всей длине контактных линий и повышает эффективность захвата, зажима и удержания объекта за время его перемещения.

В сечении А-А на рисунке 4 показано положение фиксатора на оси 9, установленной в корпусе 2 с помощью шплинта 11 и шайбы 12.

Винт 3 предназначен для поджима и регулирования пружины 4, поддерживающей ползун 5, в прорези которого установлена ось 6, которую охватывает по ходовой посадке вилочная прорезь фиксатора 7, как показано на рисунке 3 и в сечении Б-Б.

Пружина 4 передает только незначительное усилие управляющего воздействия в паре «ось 6 – вилочная прорезь фиксатора 7». Фиксатор 7 выполнен так, чтобы центр его масс совпадал с осью отверстия; таким образом момент сопротивления повороту фиксатора является минимальным. В функцию пружины 4 входит обеспечение условий возврата фиксатора 7 в исходное положение после снятия нагрузки с объекта 8 на стержень опорный 10.

Объект 8 под воздействием силы его тяжести или силы сопротивления среды его перемещению при поднятии устройства надавливает на стержень опорный 10. Верхняя внутренняя плоскость прорези стержня опорного 10 передает усилие на кулачковый

профиль фиксатора 7, поворачивая последний относительно оси 9 против часовой стрелки, при этом зажимный выступ фиксатора 7 входит в контакт с поверхностью объекта 8 и прижимает последний к верхней поверхности стержня опорного 10 и к боковой или нижней опорным поверхностям входной полости устройства.

При снятии нагрузки с объекта 8 на стержень опорный 10 пружина 4, воздействуя на ползун 5, сдвигает его вправо. Ось 6 ползуна 5, воздействуя на вилочную прорезь фиксатора 7, возвращает последний в исходное положение.

Главной особенностью устройства является повышение усилия зажатия объекта при возрастании усилия сопротивления его перемещению, повышая надежность операции захвата, зажима и удержания объекта, что крайне важно при работе по безлюдной технологии в условиях демонтажа радиоактивного оборудования или при подводных и спасательных операциях.

Авторы не претендуют на универсальность представленной методики, т.к. процесс создания изобретений формализовать невозможно в принципе. Однако представленная в данной работе методика изобретательского поиска с использованием логического алгоритма приводит к плодотворным результатам, рассмотренные конструктивные схемы обладают существенной новизной. Кроме того, коллективное обсуждение предложенных вариантов существенно уменьшает время для принятия окончательного перспективного решения, т.к. после обсуждения вариантов «без критики» наступает решающий момент, где все варианты обсуждаются только с критическими замечаниями. Усовершенствование указанных схем, их упрощение и поиск новых продолжается именно по рассмотренной методике.

Список литературы: 1. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368с. 2. Конструкторские решения при проектировании транспортно-технологического оборудования в атомном машиностроении: монография / П.Д. Кравченко [и др.]; Волгодонский институт сервиса (филиал) ЮРГУЭС. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2008. – 186с. 3. Кравченко П.Д. Логический алгоритм поиска лучших технических решений при проектировании подвесных автоматических грузозахватных устройств / Современные проблемы машиностроения и технический прогресс: Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. / Севастополь-Донецк, 1996. с.124.

***PRACTICAL METHOD OF USING HEURISTIC PROCEDURE DURING
PROCESS OF CREATION OF AUTOMATIC GRIPPER DEVICES
FOR LONG HORIZONTAL OBJECTS***

Pavel Kravchenko, Ilya Berezin, Ivan Yablonovskiy
(ВИС ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС, Volgodonsk, Russia)

Abstract: Peculiarity of search procedure during solving the problem of new construction of automatic gripper devices for long horizontal objects creating process is represented. Description of several schemes of gripper devices is shown

Keywords: Automatic handling devices, a heuristic search for solutions, long-length horizontal objects

Надійшла до редколегії 15.06.2011 р.