

## МЕТОДИКА УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ТРАВЕРСЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАХВАТА ТРУБЫ

Кравченко П.Д, Федоренко Д.Н. (ВИТИ НИЯУ МИФИ, ИСОиП ДГТУ, г. Волгодонск, г. Шахты, Россия)

Тел. +79185111311; E-mail: [krapa21@yandex.ru](mailto:krapa21@yandex.ru)

**Abstract:** Method of improving of constructive scheme of beam with automatic grip for tubes is represented. Method of heuristic search for the best technical solution with the main goal of simplification and mass lowering of construction is used.

**Key words:** Method, constructive scheme, heuristic search, automatic grip, tube.

Перемещение трубных изделий производится как во время технологических переходов, так и в завершении производственного процесса, когда изделия необходимо отправить потребителю; в процессе отправки потребителю изделие необходимо переместить на транспортное средство, погрузить, разгрузить и установить на требуемую технологическую позицию.

Множество конструкций грузозахватных устройств для трубных изделий отмечается разнообразием конструктивных схем, в структурах которых имеются элементы, обслуживание которых проводится с применением ручного труда, что естественно снижает уровень безопасности при эксплуатации устройств.

Проектирование конструктивной схемы автоматического грузозахватного устройства трубы (АЗТ) производится с помощью межотраслевого фонда эвристических приёмов преобразования объекта по методике проф. А.И.Половинкина [1].

Предлагается усовершенствовать с использованием элементов изобретения [2] конструктивную схему АЗТ для трубы длиной  $L$ , как представлено на рисунке 1, состоящей из траверсы 2, центрирующего устройства 3, наводящего ось траверсы в положение параллельно оси трубы 5, фигурного крюка 4 АЗТ и направляющей 6 для центрирующего устройства 3, как показано на виде А. Захватный элемент траверсы 2 для крюка 1 грузоподъёмного крана представлен схематично. Стрелками обозначается возможное движение АЗТ только по вертикальной оси при захвате и освобождении объекта – трубы 5.

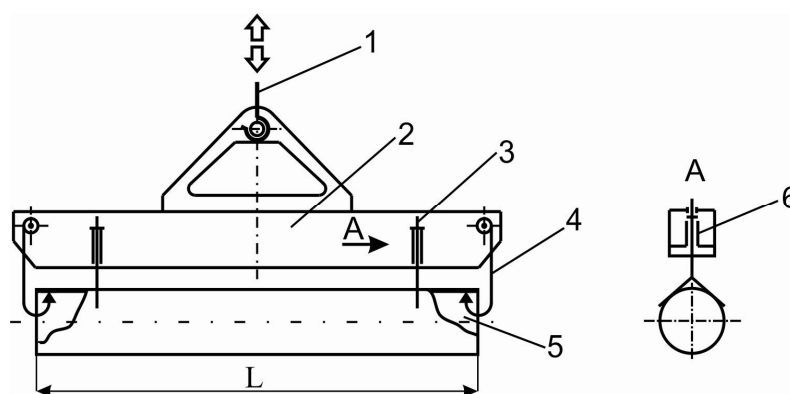


Рис. 1. Исходная конструктивная схема АЗТ: 1 – крюк подъёмного крана; 2 – траверса; 3 – наводящее и центрирующее устройство; 4 – крюк автоматического захвата устройства; 5 – труба, 6 – направляющая для наводящего и центрирующего устройства;  $L$  – длина объекта захвата – трубы 5

Одним из главных условий обеспечения работоспособности и надёжности АЗТ является создание обоснованной расчётной модели для принятой конструктивной схемы. Расчётная модель схематично представлена на рисунке 2.

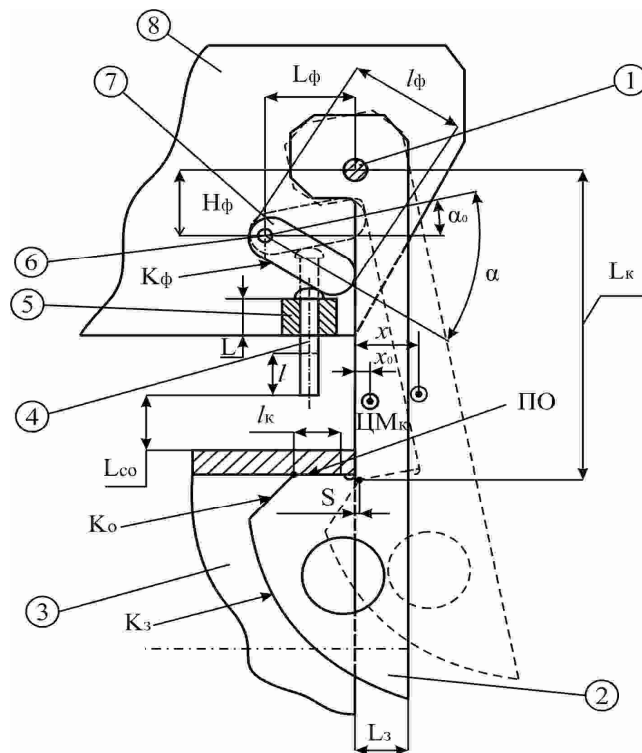


Рис. 2. Схема расчётной модели АЗТ: 1 – ось крюка, 2 – крюк фасонный, 3 – труба, 4 – толкатель, 5 – втулка направляющая, 6 – ось фиксатора, 7 – фиксатор, 8 – траверса.  $L_k$  – длина вертикальной контактной поверхности крюка 2;  $L_f$  – расстояние по горизонтали от оси 1 поворота крюка 2 до оси 6 поворота фиксатора 7;  $H_f$  – расстояние по вертикали от оси 1 поворота крюка 2 до оси 6 поворота фиксатора 7;  $L_a$  – длина фиксатора 7;  $\alpha$  – угол поворота фиксатора 7 полный;  $\alpha_0$  – угол поворота фиксатора 7 относительно горизонтали при максимальном угле поворота крюка 2 и фиксированным его положением перед подъемом траверсы 8;  $x_0$  – расстояние от центра масс ЦМ крюка 2 до контактной поверхности крюка 2 при захвате объекта – трубы 8;  $x$  – расстояние от центра масс ЦМ до торца трубы 3 при максимальном угле поворота крюка 2 перед освобождением объекта – трубы 3;  $S$  – величина необходимого зазора между верхней кромкой контактной поверхности отклонения  $K_0$  крюка 2 фасонного и крайней кромкой объекта – трубы 6;  $L$  – высота втулки 5 направляющей;  $l$  – расчетная длина хода толкателя 4 для обеспечения угла поворота  $\alpha$  фиксатора 7 при взаимодействии головки толкателя с контактной поверхностью  $K_f$  фиксатора 7;  $L_z$  – расчетная величина увеличения длины по горизонтали контактной поверхности захвата  $K_z$  крюка фасонного 2, обеспечивающей контакт крюка 2 фасонного с верхней кромкой объекта – трубы 3 с поверхностью  $K_z$  при захвате объекта;  $K_0$  – поверхность контактная крюка 2, обеспечивающая отклонение его при поднятии траверсы 8 перед освобождением объекта – трубы 3;  $K_z$  – поверхность контактная крюка фасонного 2, обеспечивающая нормальные условия скольжения крюка по наружной кромке объекта при подводе крюка и введении его под внутреннюю поверхность трубы 3; ПО – поверхность опорная крюка фасонного 2 в контакте с внутренней поверхностью объекта – трубы 3;  $L_{св}$  – расстояние свободного хода при опускании траверсы 8 на технологическую позицию перед освобождением объекта – трубы 3

Пунктирными линиями обозначено положение крюка 2, толкателя 4 и фиксатора 7 перед началом освобождения объекта.

На схеме обозначены основные геометрические параметры, анализ которых необходимо производить при рассмотрении условий работоспособности всего комплекса конструктивных элементов АЗТ. Например, длина  $L_k$  – расстояние от оси 1 подвеса крюка фасонного 2 для внутренней контактной поверхности объекта-трубы 3 – должно быть больше суммы  $(H_\phi + L + L_{co} + 1)$ , где основными элементами при подъеме толкателя 4 на высоту  $l$  будут размеры  $L$  – направляющей для толкателя, углы поворота  $\alpha$  и  $\alpha_\phi$  фиксатора 7 при захвате и освобождении объекта; расстояния  $L_\phi$  и  $H_\phi$  обычно определяется для оформления конфигурации фиксатора 7, особенно в области взаимодействия его контактной поверхности  $K_\phi$  со сферической поверхностью толкателя 4 для определения величины угла давления, обеспечивающего поворот фиксатора 7 относительно оси 6, при скольжении правой части фиксатора длиной  $l_\phi$  по поверхности крюка 2.

При повороте фиксатора 7 на угол  $\alpha$  крюк 2 поворачивается относительно оси 1 на угол  $\alpha_0$ ; при этом необходимо преодолевать моменты от  $G_k \cdot x_0$  до  $G_k \cdot x$ , где  $G_k$  – вес крюка; кроме того, необходимо учесть моменты от потерь на трение при повороте фиксатора 7 и крюка 2 относительно осей 6 и 1.

Движущей силой здесь будет  $G_T/2$ , где  $G_T$  – вес траверсы 8.

Эта сила воздействует на толкатель 4 после опускания АЗТ на величину  $L_{co}$  до контакта с поверхностью объекта – трубы 3.

Длина  $l_k$  опорной поверхности ПО и сама величина площади поверхности ПО требуют проведения расчётного обоснования на отсутствие остаточных деформаций объекта при проведении перегрузочных операций.

Величина размера  $S$ , гарантирующего свободный выход крюка 2 за крайнюю кромку объекта-трубы 3, также требует проведения расчётного обоснования.

Профиль  $K_0$  – поверхности контактной крюка 2 для обеспечения отклонения крюка 2 вправо и вращения против часовой стрелки и профиль  $K_3$  – поверхности контактной крюка 2 для обеспечения отклонения крюка вправо и вращения против часовой стрелки при захвате объекта требуют проведения расчётного обоснования для нахождения угла давления при касании крюка 2 этими профилями наружной и внутренней кромок объекта.

Величина  $L_3$  отклонения крайней кромки крюка 2 должна обеспечивать условие касания поверхности  $K_3$  с наружной кромкой объекта-трубы 3.

Общая высота крюка 2 выбирается из условий ограничения габаритных размеров объектов – трубы 3

Здесь представлены основные задачи расчётного обоснования АЗТ.

Проследим схемы промежуточных положений АЗТ относительно объекта, представленные на рисунке 3.

После решения указанных задач представленные на рисунке 3 схемы являются исходными для представления их в качестве расчётных. Процесс конструирования должен происходить согласно стандартным требованиям, предъявляемым к грузозахватным устройствам, как объектам повышенной опасности при эксплуатации.

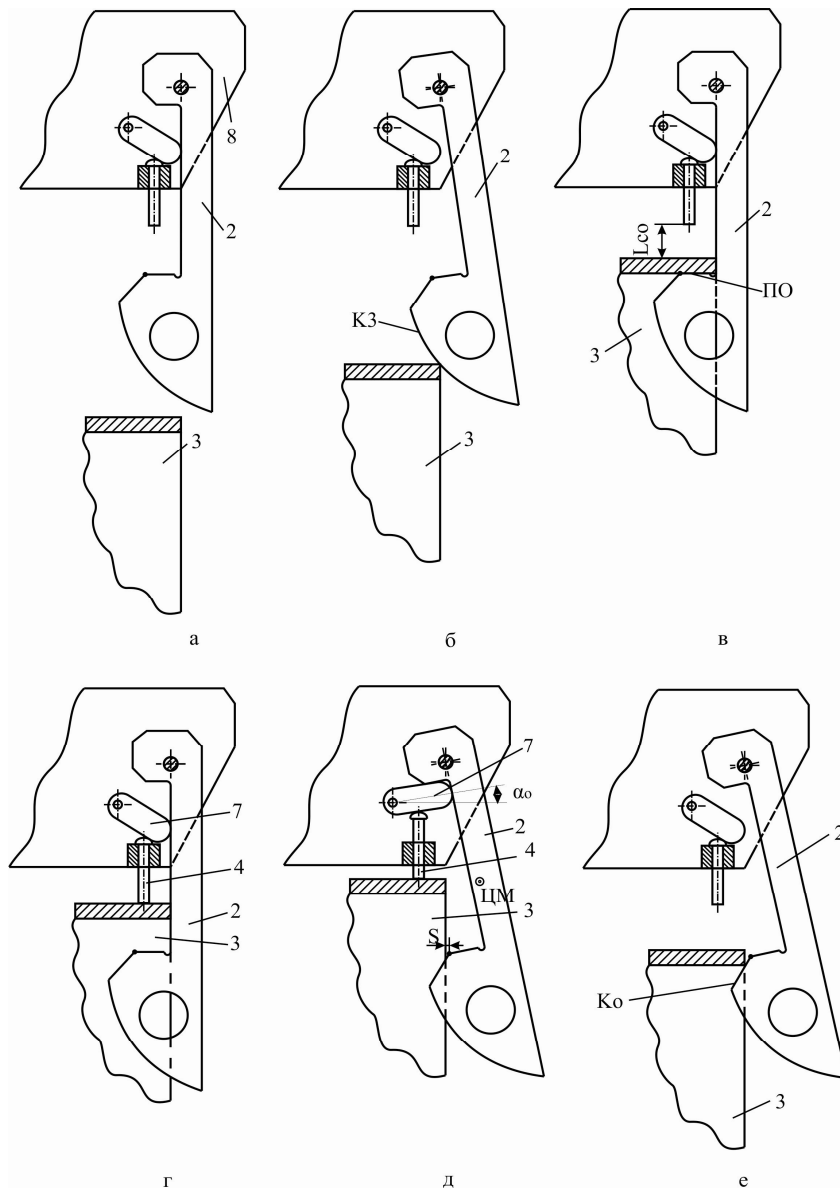


Рис. 3. Схемы промежуточных положений АЗТ: **а** – схема исходного положения трубы 3 с крюком 2 при наведении АЗТ на объект – трубу 3 перед опусканием АЗТ на объект; **б** – схема взаимодействия поверхности  $K_3$  контактной крюка 2 с кромкой объекта – трубы 3 при опускании АЗТ на объект; **в** – схема завершения операции захвата – поверхность опорная ПО крюка 2 находится в контакте с внутренней поверхностью объекта – трубы 3;  $L_{co}$  – зазор свободного хода АЗТ перед операцией освобождения объекта; **г** – схема начала операции освобождения объекта. Зазор  $L_{co}$  (рис. 2, **в**) выбран, толкатель 4, поднимаясь, поворачивает фиксатор 7, который, контактируя с поверхностью крюка 2, может поворачивать крюк против часовой стрелки; **д** – схема положения крюка 2, отведённого на максимально возможной угол поворота против часовой стрелки при взаимодействии толкателя 4 с фиксатором 7 при его повороте на угол  $\alpha$ , обеспечивающий зафиксированное положение крюка 2 для обеспечения зазора  $S$  при выходе крюка 2 из контакта с кромкой объекта – трубы 3; **е** – схема положения крюка 2 при контакте его отклоняющей поверхности  $K_0$  с внутренней кромкой объекта – трубы 3, обеспечивающего отклонение крюка 2 вправо против часовой стрелки для свободного выхода его из контакта с объектом – трубой 3

Дальнейшее развитие методики проектирования и конструирования АГЗУ типа траверсы для длинномерных труб производим с помощью Приложения №2 [1].

Преобразование формы:

1.7. Выполнить объект в форме другого технологического объекта, имеющего аналогичное название или назначение (крюк фасонный выполнен аналогично крюку из изобретения [2])

Следуя рекомендациям проф. Половинкина А. И. [1], производим упрощение конструктивных схем с целью снижения металлоёмкости, что представлено на рисунке 4.

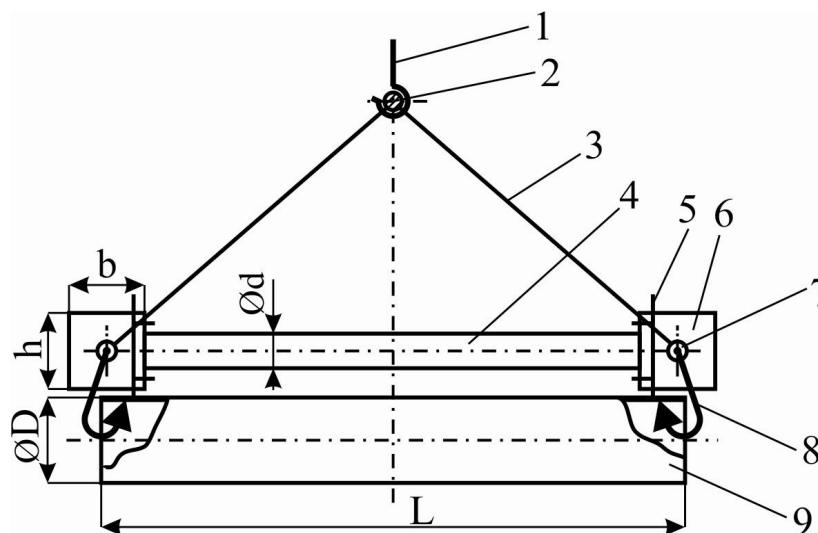


Рис. 4. Эскизная конструктивная схема АЗТ минимальной металлоёмкости:  
 1 – крюк крановый; 2 – ось подвеса АЗТ; 3 – канат; 4 – штанга распорная;  
 5 – устройство центрирующее; 6 – блок автоматического захвата; 7 – ось подвеса крюка фасонного; 8 – крюк фасонный; 9 – труба;  $L$  – длина трубы;  $\text{Ø}D$  – наружный диаметр трубы;  $\text{Ø}d$  – диаметр штанги распорной;  $h$ ,  $b$  – габаритные высота и ширина блока автоматического захвата

По сравнению со схемой, представленной на рисунке 1, произведены следующие изменения: вместо длинной траверсы прямоугольного сечения применены два блока 4 значительно меньшей металлоёмкости; вместо жёсткой конструкции траверсы в месте соединения с крюком крановым применены канаты 3 значительно меньшей металлоёмкости.

В предложенной схеме канаты 3 работают только на растяжение, штанга распорная работает только на сжатие; это упрощает схемы расчётов на прочность АГЗУ. Блок 6 автоматического захвата конструктивно не изменяется и рассчитывается по известной вышеприведённой методике.

Представленная на рисунке 5 конструктивная схема АЗТ разработана с целью упрощения схемы блока автоматического захвата, представленного на рисунке 2.

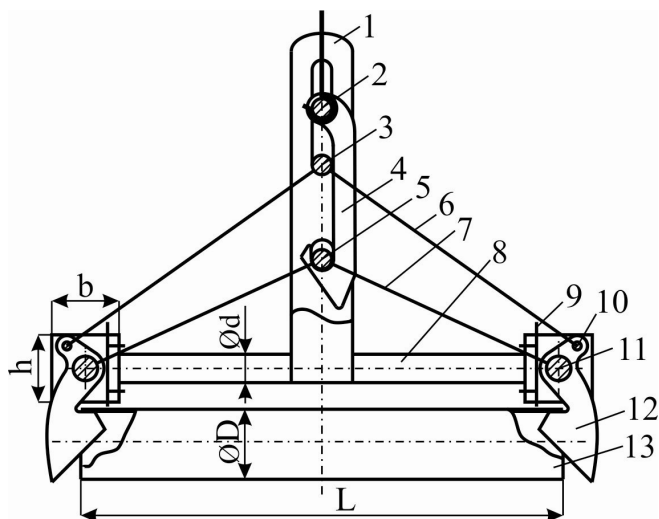


Рис. 5. Эскизная конструктивная схема АЗТ с упрощением захватных элементов: 1 – стойка направляющая; 2 – ось грузовая; 3 – ось крепления канатов поворота крюков фасонных; 4 – крюк грузовой фасонный; 5 – ось крепления канатов подъёма АЗТ вместе с объектом; 6 – канат поворота крюка фасонного; 7 – канат подъёма АЗТ вместе с объектом; 8 – распорная штанга; 9 – центрирующее устройство; 10 – ось крепления каната поворота крюка фасонного; 11 – ось подвеса крюка фасонного; 12 – крюк фасонный; 13 – труба

Вместо нескольких деталей – толкателя, фиксатора, опорных осей применён фасонный крюк 12 с осью 10 для присоединения каната поворота крюка относительно оси 11.

На рисунке АЗТ представлен в момент захвата трубы 13, при этом крюк грузовой фасонный 4 подведён под ось 5; АЗТ вместе с объектом 13 можно перемещать на новую технологическую позицию.

Освобождение объекта 13 после установки происходит путём опускания крюка 4 ниже оси 5, отвод вправо, подъём вверх, введение его под ось 3 и подъём; при этом канат 6, закреплённый на осях 10, поворачивают крюки фасонные 12 в положения, позволяющие поднимать АЗТ вверх уже без объекта 13.

Последовательное упрощение конструктивных схем приводит к прощению конструкции АЗТ, снижению её металлоёмкости, себестоимости изготовления и повышению уровня безопасности эксплуатации объекта.

Настоящая методика представляет пример логической последовательности выбора близких к оптимальным решений при работе конструктора с использованием изобретательских приёмов.

**Список литературы:** 1. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с. 2. Кравченко П. Д., Федоренко Д.Н., Березин И.В., Яблоновский И.М. Подвесное автоматическое грузозахватное устройство. Патент РФ на изобретение №2455251 Бюл.№19 от 10.07.2012г.