

УДК 622.23.05:622.34(07)

## К ОБОСНОВАНИЮ И РАЗРАБОТКЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ САМОХОДНОГО ПОЛОКА ДЛЯ УСЛОВИЙ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКОВ

### ШАХТАЛАРҒА АРНАЛҒАН ӨНДІРІСТІК СӨРЕНІҢ ЖАҢА КОНСТРУКЦИЯСЫН ҚҰРАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

#### ON JUSTIFICATION AND DEVELOPMENT OF SELF – PROPELLED SCAFFOLD FOR UNDERGRAD MINES CONDITIONS

У.Т. АБДРАХИМОВ  
U.T. ABDRAKHIMOV

(Алматинский технологический университет)  
(Алматы технологиялық университеті)  
(Almaty Tehnological University)  
E-mail: eabdrakhimov@mail.ru

*В статье предлагается новая конструкция промышленного полока для осмотра кровли шахт. Особенностью данного механизма является то, что он по своей структуре относится к группе Ассур высокого класса, что обуславливает простоту в управлении и надежность конструкции. Для данной конструкции производится синтез и анализ направляющего механизма.*

*Мақалада шахталардың ережесін қарастыруға арналған өндірістік сөренің құрылымы ұсынылады. Өзінің құрылымы бойынша жоғарғы Ассур тобына жататындығымен ерекшелінеді, яғни басқарудың қарапайымдылығы және құрылымның сенімділігін танытады. Осы конструкцияда механизмге бағытталған қуатты талдау жүргізіледі.*

*There is the construction of industrial scaffold for examination of mine hanging wall in the article. The peculiarity is that its structure treats to Assure group of high class, it causes the simplicity of management and reliance of construction. Power analysis of directing mechanism is made for this construction.*

**Ключевые слова:** технология, механизм, эффективный, синтез, анализ.

**Негізгі сөздер:** технология, механизм, жетілдіру, синтез, талдау.

**Key words:** technology, modernization, mechanisms, sintes, analis.

#### **Введение**

Нефтегазовая и горно-металлургическая, энергетическая и транспортно-логистическая и другие отрасли экономики Казахстана остро нуждаются в продукции машиностроения. Поэтому, развитое машиностроение является основополагающей для успешной реализации программы индустриально-инновационного развития экономики страны. Рычажные механизмы широко представлены в современных автоматах, робототехнических устройствах и автоматических линиях, используемых в различных отраслях машиностроения. С помощью таких механизмов

обычно осуществляется заданное программное движение рабочих органов и обрабатываемых изделий. В частности, в горнорудной промышленности нашли широкое применение самоходные оборудования (самоходные машины с комплексом навесного оборудования). В работе [1] разработана универсальная конструкция шасси вспомогательного оборудования и произведена адаптация импортного шасси к условиям рудников Казахстана с поэтапным импортозамещением сборочных единиц. Спроектирована конструкция самоходного полока на базе разработанного шасси, которая представляет в

структуре прямолинейно-направляющий механизм IV класса по классификации И.И. Артоболовского. В этой же работе приведены результаты инженерного расчета основных кинематических и конструктивных параметров самоходного полока новой конструкции, подтвердившие эффективность и надежность новой машины.

#### **Объекты и методы исследований**

В традиционных промышленных манипуляторах исполнительные органы (механизмы) состоят из открытых кинематических цепей, каждое звено которых приводится в движение отдельным двигателем, установленным в шарнире. Тяжесть перемещаемого груза, захватного устройства и приводных двигателей воспринимается отдельным шарниром, что значительно тормозит производительность машины. Кроме того, из-за консольности конструкции звеньев довольно трудно поднять грузоподъемность манипуляторов, обеспечить их быстродействие и упростить систему управления ими. Использование замкнутых кинематических цепей, в особенности механизмов высоких классов (МВК), в качестве исполнительных механизмов манипуляторов устраняет отмеченные недостатки. Именно данное утверждение было доказано авторами в работах [1,2,3]. На рис 1 приведена структурная схема навесного оборудования, разработанного в качестве самоходного полока для горношахтных работ.

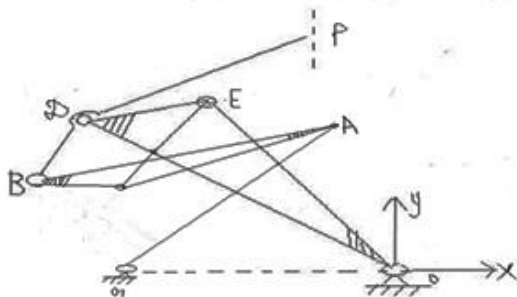


Рисунок 1 – Структурная схема навесного оборудования, используемого в качестве самоходного полока.

Однако, как это видно из рис.1, данная конструкция не до конца отвечает требованиям компактности и оптимальной передачи усилий в звеньях.

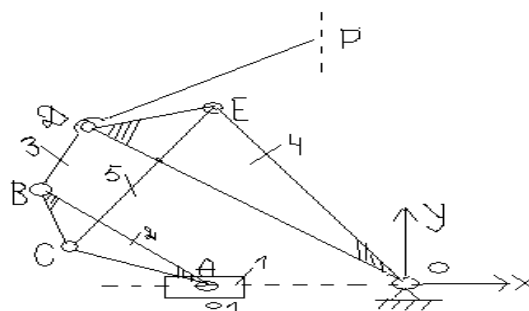


Рисунок 2 - Прямолинейно-направляющий механизм IV класса.

На рис.2 представлен разработанный эффективный прямолинейно-направляющий механизм IV класса (по классификации Ассура), обеспечивающий компактность при складывании и позволяющий оптимально разрешить проблему нежелательного эффекта "циркуляции мощности" в замкнутых контурах.

МВК, благодаря своим структурным особенностям (наличие изменяемых замкнутых контуров), обладают большими кинематическими и динамическими возможностями при реализации заданных траекторий движения рабочих органов. Манипуляционные устройства, созданные на базе МВК, имеют высокую точность позиционирования и большую грузоподъемность вследствие большей жесткости конструкции и за счет распределения сил по контурным звеньям.

Одна из особенностей МВК – широкий диапазон изменения отношений перемещений рабочей точки и ведущего звена при сравнительно малых габаритных размерах в нерабочем положении. Эта особенность позволяет создавать на их базе передвижные грузоподъемные устройства (ГУ), представляющие собой манипуляторы с одной степенью свободы (автооператоры).

#### **Результаты и их обсуждения**

На рисунке 2 представлен разработанный эффективный прямолинейно-направляющий механизм, на базе которого предложена новая конструкция промышленного полока. Механизм включает входное звено 1, двухшарнирный промежуточный шатун 5, основное коромысло (трехшарнирное) 4, трехшарнирный рычаг 2 и основной выходной трехшарнирный шатун 3. В данной конструкции входное звено получает поступательное движение от гидроцилиндра. Это звено воздействует на трехшарнирный рычаг, заставляя его поворачиваться. К оставшимся

двум сторонам рычага прикреплены два шатуна. Первый шатун воздействует на трехшарнирное коромысло, при этом оно совершает вращательные движения относительно точки О. Второй шатун является выходным.

По своей структуре механизм включает входное звено 1 со стойкой, структурную группу Ассур IV класса ABCDEO

I (1) IV → класса (2,3,4,5),

Перемещение звена 1 относительно шарнира О вызывает прямолинейное вертикальное перемещение рабочей точки Р.

Задача кинематического синтеза данного механизма решается следующим образом. Задаемся из габритных соображений начальным значением S OP = ОРН, и координатой начальных точек О и О1 в системе координат ХОУ (рисунок 2)

$$\varphi_1 = \varphi_{O_1O} + \arccos \frac{l_{O_1A}^2 + l_{O_1O}^2 - l_{OA}^2}{2l_{O_1O} \cdot l_{O_1A}}$$

Задавшись траекторией точки Р и длинами звеньев открытого четырехзвенника О1АВDP, определим круговую квадратическую точку D в плоскости ВР:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ X_B \\ Y_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ X_A \\ Y_A \end{bmatrix} + M_{AB} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

где X<sub>B</sub> и Y<sub>B</sub> – координаты точки В;  
X<sub>A</sub> и Y<sub>A</sub> – координаты точки А;

$M_{AB} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$  – момент от вращения.

Величина угла при известных координатах орпеделяется по формуле:

$$\varphi_{BP} = \arctg \frac{Y_P - Y_B}{X_P - X_B},$$

где X<sub>P</sub> и Y<sub>P</sub> – координаты выходной точки Р.

Координаты точки А можно найти через заданный центр вращения О по формулам

$$\begin{bmatrix} 1 \\ X_A \\ Y_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ X_{O1} \\ Y_{O1} \end{bmatrix} + Z_{O1} \begin{bmatrix} 1 \\ X_A \\ Y_A \end{bmatrix},$$

$$Z_{O1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 \\ 0 & \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 \end{bmatrix},$$

$$M_{AB} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ l_{AB} \cos \varphi_{AB} & \cos \varphi_{AB} & -\sin \varphi_{AB} \\ l_{AB} \sin \varphi_{AB} & \sin \varphi_{AB} & -\cos \varphi_{AB} \end{bmatrix},$$

где последняя матрица определяет значения искомым моментов.

Углы положений звеньев φ<sub>1</sub> и φ<sub>AB</sub> в матрицах Z<sub>01</sub> и M<sub>AB</sub> определяются из уравнений замкнутости треугольников ОО1 А и АВР по соотношениям

$$\varphi_{AB} = \varphi_{O_1A} + \arccos \frac{l_{AP}^2 + l_{AB}^2 - l_{BP}^2}{2l_{AP} \cdot l_{AB}}$$

Лишняя степень свободы пятизвенника О1 А ВDО исключается соединением плоскостей АВ и OD дополнительным шатуном ЕС. Для этого необходимо определить в обращенном движении (при неподвижной плоскости OD) круговую квадратическую точку С в плоскости АВ и ее центр Е в плоскости OD. Параметры неподвижной плоскости АВ в обращенном движении

$$\begin{bmatrix} 1 \\ X_A^* \\ Y_A^* \end{bmatrix} = Z_0^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ X_A - X_0 \\ Y_A - Y_0 \end{bmatrix},$$

где  $Z_0^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_{OD} & -\sin \varphi_{OD} \\ 0 & \sin \varphi_{OD} & -\cos \varphi_{OD} \end{bmatrix},$

в которых φ<sub>OD</sub> определяет положение звена OD.

Координаты шарнира D

$$\begin{bmatrix} 1 \\ X_D \\ Y_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ X_B \\ Y_B \end{bmatrix} + Z_B \begin{bmatrix} 1 \\ X_D \\ Y_D \end{bmatrix},$$

$$Z_B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_{BP} & -\sin \varphi_{BP} \\ 0 & \sin \varphi_{BP} & \cos \varphi_{BP} \end{bmatrix},$$

где  $\varphi_{BP}$  - угловое положение звена BP.

В результате квадратического синтеза получим механизм высокого класса с группой Ассура I V класса второго порядка, ведущее звено 1 которого, перемещаясь относительно заданной шарнирной точки O, перемещает в итоге рабочую точку P выходного звена 3 по прямолинейной траектории. В процессе синтеза заданными являются следующие параметры: координаты точек O и O1, амплитуда вращения входного звена 1 и поставленная им в соответствие перемещение точки P по прямой траектории, начальные длины звеньев O1A, AB, BP, O1O. Подлежали определению положения круговой квадратической точки D на звене BP и круговой квадратической точки C на звене AB и соответствующего ей центра E на звене OD.

#### **Выводы**

В результате исследований в работе предложена новая, более эффективная конструкция механизма полока на базе направляющего механизма высокого класса с ведущим звеном в виде ползуна, что обеспечило не только удобную компоновку механизма подъема, но и позволило увеличить грузоподъемность машины в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Разработка конструкции самоходного полока для горнорудных предприятий РК. /Материалы 65 научно-технической конференции, посвященной 75-летию Магнитогорского металлургического комбината, Магнитогорск, 2007. - С. 259-263.

2. Абдрахимов У.Т., Жантурин М.Ж., Кузьмин С.Л. Проектирование самоходного полока для горнорудных предприятий РК. //Горный журнал Казахстана. -2009. -№2. - С. 13-15.

3. Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Кинестатический анализ шахтного самоходного оборудования. /Материалы международной научной конференции, "Состояния и перспективы развития машиностроения в Казахстане". – Алматы. 2007. - С.239-245.

