

УДК 621.876.2:62-83

А.А.ЧЕПАК¹ (канд. техн. наук, доц.), РАКАН-АЛЬ-СЛИХАТ¹, И.В.БОРИСЕНКО²
¹Донецкий национальный технический университет
²Донецкий политехнический техникум
toi@elf.dgtu.donetsk.ua

ВЛИЯНИЕ МЕСТА КРЕПЛЕНИЯ УПРЯЖИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ СКИПА ДОМЕННОГО СКИПОВОГО ПОДЪЕМНИКА

Исследуется влияние точки присоединения к скипу тягового каната на величину восстанавливающего момента действующих сил относительно задней колесной пары. Сделан вывод о целесообразности для повышения устойчивости движения скипа при наездах на случайные препятствия крепления каната у переднего края кузова.

Введение. Основная функция наклонного подъемника [1] - доставка в доменную печь железной руды, кокса и флюсов, являющихся исходным сырьем для выплавки чугуна. От надежности работы этого механизма зависит производительность доменного цеха, а следовательно, - всего металлургического завода.

Скиповый подъемник (рис.1) состоит из двух скипов 1, наклонного моста 2, тягового каната 3, направляющих блоков 4 и приводной лебедки 5. Скипы поочередно транспортируют шихтовые материалы из скиповой ямы 6, расположенной под погрузочным бункером 7 в нижней части наклонного моста, на колошник 8 доменной печи, расположенный под разгрузочными кривыми 9 в верхней части наклонного моста.

Каждый скип (рис.2) состоит из кузова 1, передних 2, задних 3 колес и упряжи. Последняя своими тягами 4 шарнирно крепится к кузову посредством цапф 5, расположенных по обе стороны скипа. Тяги спереди кузова соединены между собой поперечиной 6, к которой крепится спаренный тяговый канат 7.

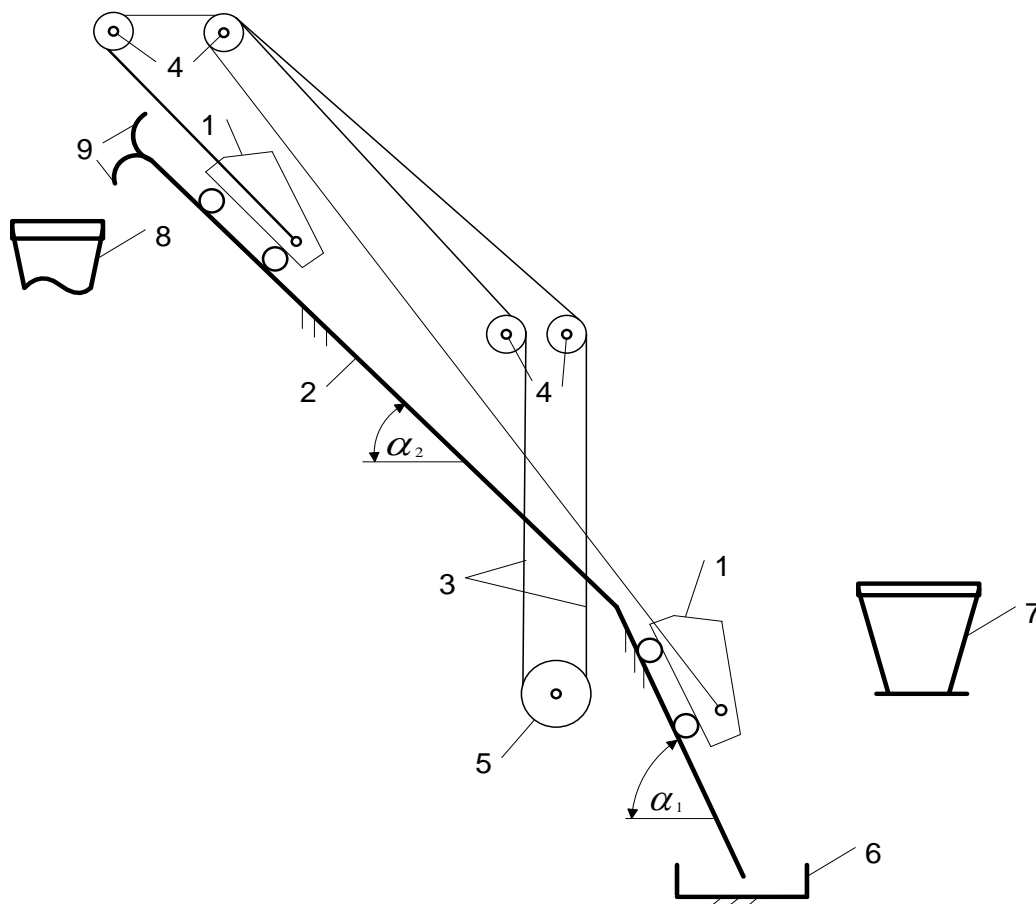


Рисунок 1 – Кинематическая схема доменного скипового подъемника

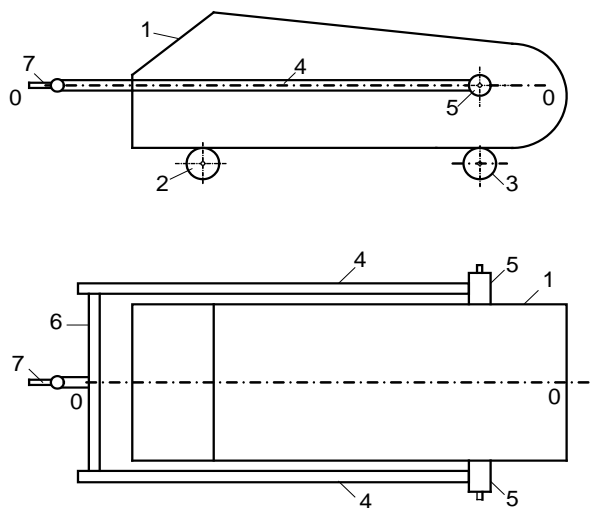


Рисунок 2 – Конструкция скипа

Основной технической параметр скипа – это его емкость, лежащая в пределах от 8 до 20 м³ в зависимости от полезного объема доменной печи.

Актуальность проблемы. При работе подъемника нередки случаи схода с рельсового пути груженого скипа, находящегося в скиповой яме, при трогании с места непосредственно после выбора провиса каната, а также при наездах скипа, движущегося с рабочей скоростью, на случайные препятствия: куски руды, элементы деформированной фермы строения.

Постановка задачи. В работе [2] проведены подробные исследования аварийных ситуаций, возникающих в упомянутых случаях. Задача настоящего исследования состоит в расширении представлений о степени влияния на устойчивость движения скипа места расположения цапф 5 (см. рис.2) вдоль осевой линии 0-0 кузова скипа и нахождении рациональной точки их крепления.

Решение. Характерными возмущающими воздействиями на скип являются значительный рост тягового усилия в результате выбора провиса каната перед началом движения груженого скипа из скиповой

ямы и скачки усилий при наездах.

Распределение сил, действующих на скип, приведено на рис.3, где F_k – тяговое усилие в канате, G – вес скипа. В общем случае упряжь может крепиться в любой точке вдоль осевой линии кузова в пределах всей длины скипа.

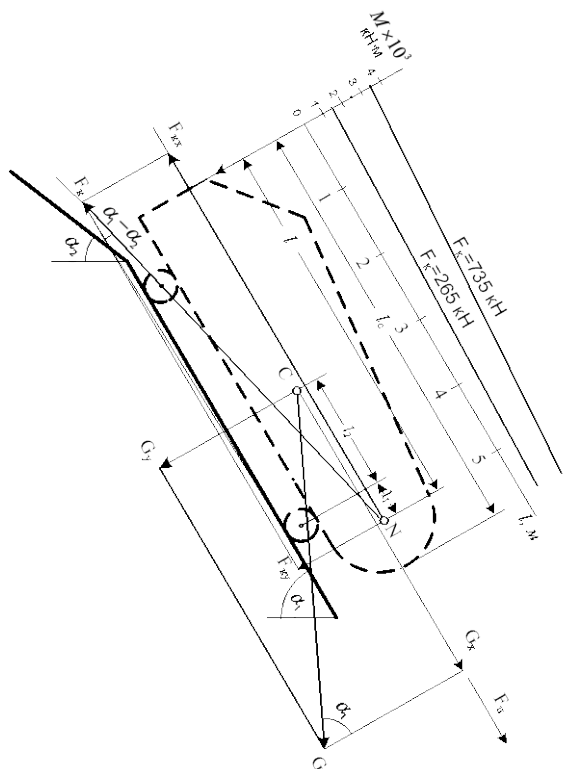


Рисунок 3 – Векторная диаграмма действующих сил

Рассмотрим влияние расстояния l между точкой N крепления упряжи и передним краем скипа на устойчивость движения.

В исходном положении скип находится в скиповой яме под погрузкой. Его задние колеса упираются в опоры или постель из сырья, а тяговый канат покоится на рельсовом полотне. После включения электропривода лебедки и выбора провиса каната продольная (по направлению движения скипа) составляющая F_{kx} тягового усилия уравнивается суммой продольной составляющей G_x веса и силы инерции F_u скипа. Поскольку суммарный момент всех этих сил относительно передних или задних колес равен нулю, то на устойчивость движения скипа данные силы не влияют.

Иначе ведут себя поперечные составляющие F_{ky} и G_y тягового усилия и веса скипа, суммарный вращающий момент которых относительно задних колес определяет силу прижатия передних колес к рельсовому полотну и выражается равенством

$$M = G_y l_2 - F_{ky} l_1, \tag{1}$$

где l_1, l_2 – соответственно расстояния точки N крепления упряжи и центра тяжести С скипа от нормали, проходящей через ось задней колесной пары.

Из выражения (1) следует, что на величину и направление действия суммарного вращающего момента существенное влияние оказывают тяговое усилие в канате и место крепления упряжи.

Поперечная составляющая веса скипа

$$G_y = G \cdot \cos \alpha_1 = mg \cos \alpha_1, \tag{2}$$

- где m – масса скипа;
- g – ускорение свободного падения;
- α_1 – угол наклона нижней части наклонного моста.
- Поперечная составляющая тягового усилия

$$F_{ky} = F_{\kappa} \sin(\alpha_1 - \alpha_2), \quad (3)$$

где α_2 – угол наклона верхней части наклонного моста.

Объединив равенства (1)...(3), получим:

$$M = mgl_2 \cos \alpha_1 - F_{\kappa} l_1 \sin(\alpha_1 - \alpha_2). \quad (4)$$

Для нахождения искомой зависимости $M(l)$, запишем:

$$l_1 = l - l_2 - \frac{l_c}{2}, \quad (5)$$

где l_c – длина скипа.

Подставив (5) в (4), получим:

$$M = mgl_2 \cos \alpha_1 + F_{\kappa} \sin(\alpha_1 - \alpha_2)(l_2 + \frac{l_c}{2} - l). \quad (6)$$

Из равенства (6) вытекает, что наибольший положительный (восстанавливающий) момент будет при $l=0$, т.е. в случае крепления упряжи у переднего края скипа. Обычно упряжь крепят в точке, лежащей на нормали к оси задней колесной пары (см. рис.2). О степени влияния на крутящий момент расстояния l свидетельствуют приводимые ниже расчеты.

В табл.1 содержатся данные одного из типовых наклонных подъемников.

При трогании скипа с места после выбора провиса каната усилие в нем может возрасти до 735 кН [1] и крутящий момент, согласно (6) и данным таблицы, будет:

$$M = 3506 - 191 l. \quad (7)$$

Таблица 1 – Параметры подъемника

Наименование параметра	Обозначение	Размерность	Значение
Масса грузевого скипа	m	кг	$3 \cdot 10^4$
Длина кузова	l_c	м	5,25
Расстояние между колесными парами	$2l_2$	м	3,1
Углы наклона участков моста	α_1	град	60
	α_2	град	45

При последующем равномерном движении скипа в скиповой яме

$$F_{kx} = G_x = mg \sin \alpha_1. \quad (8)$$

При этом величина тягового усилия будет

$$F_{\kappa} = \frac{F_{kx}}{\cos(\alpha_1 - \alpha_2)}. \quad (9)$$

Подставив параметры в (8) и (9), получим значение $F_{\kappa}=265\text{кН}$. Тогда крутящий момент, согласно (6), выразится равенством

$$M = 1544 - 69 l. \quad (10)$$

Из выражений (7) и (10) следует, что, по мере удаления места крепления упряжи от переднего края скипа, крутящий восстанавливающий момент падает. Для наглядности на рис.3 графики этих зависимостей располагаются с ориентацией оси абсцисс l вдоль длины скипа. Видно, что в случае крепления упряжи у заднего края скипа восстанавливающие моменты в рассмотренных случаях снижаются соответственно на 40 и 30%. Настолько же снижается нажим скипа на передние колеса, а следовательно – сопротивление скипа к сходу с направляющих при его встрече с жесткими препятствиями.

Вывод. Для обеспечения максимальной устойчивости движения скипа при встрече со случайными препятствиями целесообразно крепление упряжи как можно ближе к переднему краю кузова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машины и агрегаты металлургических заводов. Машины и агрегаты доменных цехов / Под ред. А.И. Целикова. – М.: «Металлургия», 1976. - Том 1. - 415с.
2. Борисенко В.Ф. Электромеханические системы транспортирующих механизмов / В.Ф. Борисенко, А.А. Чепак, В.А. Сидоров и др. – Донецк: «Вебер» (Донецкое отд.), 2007. – 332с.

Надійшла до редколегії 30.11.2010

Рецензент О.І. Толочко

А.О. ЧЕПАК¹, РАКАН-АЛЬ-СЛІХАТ¹,
І.В. БОРИСЕНКО²

¹Донецький національний технічний університет

²Донецький політехнічний технікум

A. CHEPAK ¹ RAKAN AL-SLIHAT¹,
V. BORISENKO ²

¹Donetsk National Technical University

²Donetsk Polytechnic College

Вплив місця кріплення упряжі на стійкість руху скипа доменного скипового підйомника.

Досліджується вплив точки приєднання до скипа тягового каната на величину поновлюючого моменту діючих сил відносно задньої колесної пари. Зроблено висновок про доцільність для підвищення стійкості руху скипа при наїздах на випадкові перешкоди кріплення каната коло переднього краю кузова.

Influence of the Harness Fixation Place on the Stability of the Skip Movement of a Blast Furnace Hoisting Machine.

The influence of a point of joining to a skip of a traction rope on the value of the restoring moment concerning a back wheel support is investigated. We came to the conclusion about the necessity of increasing the stability of the skip motion at arrivals on casual obstacles.