Как показало обследование технического состояния котлов цистерн, основным видом их повреждений являются трещины: по сварке патрубка с котлом; по сварке горловины с котлом; под кронштейном лестницы; по уклону нижнего листа в зоне размещения сливного прибора.

Наиболее часто встречающейся неисправность — трещины в нижнем листе в зоне расположения сливного прибора. Так, из 29 вагонов-цистерн, поступивших в текущий ремонт в Полоцкое вагонное депо за 8 месяцев 2012 года, 19 цистерн ремонтировались по трещинам в указанной зоне. Из них 14 цистерн имели трещины по уклону нижнего листа и 5 цистерн — по сварному шву.

УДК 658.512.011

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ШАССИ ПОГРУЗОЧНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО "АМКОДОР 332C"

## В. Б. ПОПОВ

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого

Эффективность агрегатирования шасси погрузочного многофункционалного (ШПМ) с различными рабочими орудиями и машинами определяется в первую очередь грузоподъемностью его подъемно-навесного устройства (ПНУ). ПНУ — это необходимый комплект механизмов, предназначенных для связи мобильного энергоносителя (ШПМ) с рабочим орудием или машиной.

ПНУ ШПМ состоит из объемного гидропривода, гидроцилиндры которого движут расположенные симметрично относительно продольной плоскости симметрии ШПМ механизмы подъема стрелы (МПС) и поворота траверсы (МПТ), на которой жестко крепится рабочее орудие (РО). На рисунке 1 представлен плоский аналог механизмов ПНУ шасси "АМКОДОР-332С" – структурная схема с РО в виде ковша.

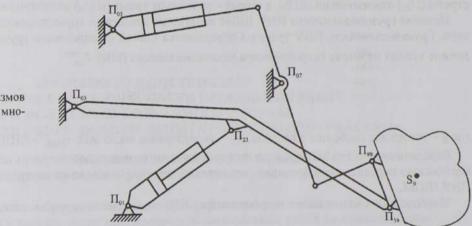


Рисунок 1 – Схема механизмов ПНУ шасси погрузочного многофункционального "АМКОДОР-332С"

Устройство механизма подъема стрелы (МПС) следующее: на раме ШПМ шарнирно закреплена стрела, поднимающаяся при помощи гидроцилиндра (рисунок 1). На стреле шарнирно закреплен механизм поворота траверсы (МПТ), включающий гидроцилиндр, гильза которого шарнирно закреплена на раме шасси, а штоком через рычаг и тягу связан с траверсой. Структурный анализ показывает, что в проекции на продольную плоскость симметрии ШПМ его МПС представляет собой одноподвижный четырехзвенник со средней поступательной парой, а МПТ идентифицируется одноподвижным шестизвенником.

Аналитическое исследование механизмов ПНУ было выполнено на основе метода векторных контуров (рисунок 2). В результате геометрического анализа МПС были получены аналитические выражения для координат центра тяжести стрелы  $S_3$  и оси подвеса стрелы (центр шарнира  $\Pi_{09}$ ) в зависимости от обобщенной координаты  $S_3$ :

 $X_{S3}(S) = X_{03} + L_{S3} \cdot \cos[\varphi_3(S) + \Delta\varphi], \ Y_{S3}(S) = Y_{03} + L_{S3} \cdot \sin[\varphi_3(S) + \Delta\varphi], \tag{1}$ 

$$X_{09}(S) = X_{03} + L_{39} \cdot \cos[\varphi_3(S) + \Delta \varphi_1], \ Y_{09}(S) = Y_{03} + L_{39} \cdot \sin[\varphi_3(S) + \Delta \varphi_1],$$
 (2)

где  $\Delta \phi$  — угол между векторами  $\vec{L}_3$  и  $\vec{L}_{S3}$ ;  $\Delta \phi_1$  — угол между векторами  $\vec{L}_3$  и  $\vec{L}_{39}$  .

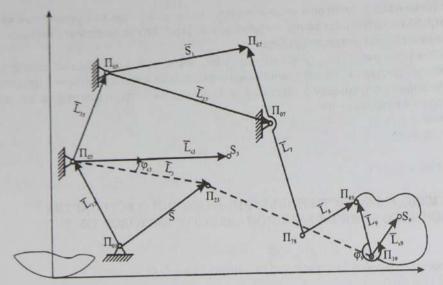


Рисунок 2 — Векторная интерпретация механизмов подъема стрелы и поворота траверсы ПНУ ШПМ

По результатам анализа МПТ, были определены координаты центра тяжести РО  $(S_9)$  в зависимости от обобщенных координат  $S, S_1$ :

$$X_{S9}(S, S_1) = X_{09}(S) + L_{S9} \cdot \cos[\varphi_9(S_1) + \varphi_{S9}], \ Y_{S9}(S, S_1) = Y_{09}(S) + L_{S9} \cdot \sin[\varphi_9(S_1) + \varphi_{S9}],$$
(3)

где  $\phi_9$  — угол, образуемый вектором  $\vec{L}_9$  (геометрическая модель траверсы) в правой декартовой системе координат;  $\phi_{S9}$  — угол между векторами  $\vec{L}_9$  и  $\vec{L}_{S9}$  в момент начала движения закрепленного на траверсе РО.

Влияние МПС и МПТ на изменение координат центра тяжести РО (3) однозначно связано с изменением независящих друг от друга обобщенных координат S и  $S_1$ . Причем первая изменяет положение оси подвеса стрелы ( $\Pi_{09}$ ) относительно ШПМ, а вторая – положение траверсы ( $L_9$ ) относительно оси подвеса.

Понятие грузоподъемности ПНУ ШПМ вводено по аналогии с грузоподъемностью ПНУ колесного трактора. Грузоподъемность ПНУ трактора определяется массой поднимаемого груза (m) при максимальной величине усилия на штоке гидроцилиндра механизма навески (МН)  $F_{\text{шт}}^{\text{max}}$ :

$$m = \frac{F_{\rm ur}^{\rm max} \eta_{\rm MH}}{gI_{\rm S}},\tag{4}$$

где g – ускорение свободного падения;  $I_S$  – передаточное число МН;  $\eta_{\rm MH}$  – КПД МН.

Передаточное число МН представляет собой аналог вертикальной скорости центра тяжести РО или кинематическую передаточную функцию 1-го порядка, зависящую только от внутренних параметров механизмов ПНУ ШПМ.

Максимально сила на штоке гидроцилиндра МПС определяется по выражению:

$$F_{\rm urr}^{\rm max} = p_{\rm ru}^{\rm max} F_{\rm H} , \qquad (5)$$

где  $F_{_{\rm H}}$  – площадь поршня со стороны напорной магистрали.

В выражении (8) верхняя граница  $p_{\rm ru}^{\rm max}$  определяется настройкой предохранительного клапана гидропривода ПНУ.

В приведенной к штоку гидроцилиндра нагрузке —  $mgI_S$ , которая получена из выражения (4), не учитываются возникающие в момент начала подъема силы инерции и масса звеньев механизма навески. Практика эксплуатации показывает, что для ШПМ, с одной стороны, невозможно пренебречь массой стрелы, а с другой — можно не учитывать силы инерции звеньев вследствие относительной краткости переходного процесса в нагруженном гидроприводе и тихоходности МПС.

С учетом принятых допущений из выражения (7) получим уравнение установившегося движения двух нагруженных поршней силовых гидроцилиндров:

$$(m_{po}I_{S9} + m_{crp}I_{S3})g = F_{uur}^{max} - F_{ru}(S),$$
 (6)

где  $I_{S9}, I_{S3}$  — аналоги вертикальной скорости характерных точек — центров тяжести рабочего орудия и стрелы.

Передаточное число МПС ( $I_{S9}$ ) и аналог вертикальной скорости центра тяжести закрепленного на траверсе РО - синонимы. Аналоги вертикальных скоростей характерных точек МПС и МПТ получают дифференцированием по независимой переменной t выражений (1)-(3), разделив затем результаты на независимые друг от друга  $\hat{S}, \hat{S}_1$  соответственно:

$$I_{S3}(S) = \phi_3'(S)L_{S3}\cos[\phi_3(S) + \Delta\phi_1], \tag{7}$$

$$I_{09}(S) = \varphi_3'(S)L_{39}\cos(\varphi_{39}(S)), \qquad (8)$$

$$I_{S9}(S, S_1) = I_{09}(S) + \varphi_5'(S_1) \cdot U_{97}(S_1) L_{S9} \cos(\varphi_9(S_1)),$$
(9)

где  $\varphi_3'(S)$  и  $\varphi_5'(S_1)$  – аналоги угловой скорости звеньев  $L_3$  и  $L_5$ ;  $I_{09}(S)$  – аналог вертикальной скорости оси подвеса стрелы;  $U_{97}(S_1)$  – передаточное отношение угловых скоростей звеньев  $L_9$  и  $L_7$  МПТ.

Поскольку аналоги вертикальных скоростей характерных точек изменяются в зависимости от текущего положения звеньев МПС и МПТ, постольку и грузоподъемность ПНУ –  $G(S, S_1)$  в диапазоне изменения обобщенных координат  $(S, S_I)$ , как это следует из уравнения (9), будет величиной переменной:

$$G(S, S_1) = \frac{p_{\text{ru}}^{\text{max}} F_{\text{H}} - F_{\text{ru}}(S)}{\left[I_{S9}(S, S_1) + I_{S3}(S) \frac{m_{\text{crp}}}{m_{\text{po}}}\right] g}$$
 (10)

Конструктора интересует, как правило, минимальное значение грузоподъемности, поскольку РО с таким весом устойчиво перемещается ПНУ во всем диапазоне изменения (S, S1). В этом положении аналог вертикальной скорости центра тяжести РО - наиболее влиятельный выходной параметр МПС, становится максимальным. Грузоподъемность можно рассматривать как обобщенный показатель качества ПНУ, зависящий, с одной стороны, от параметров гидропривода – давления в гидроцилиндре и площади его поршня со стороны напорной магистрали, а с другой - от параметров механизмов ПНУ и рабочего органа - их масс, передаточных чисел и КПД.

УДК 629.4.018

## КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА МЕР ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПРИ ИСПЫТАНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА СТЕНДОВОМ ОБОРУДОВАНИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «СЕКО»

В. И. СЕНЬКО, А. К. ГОЛОВНИЧ, С. В. МАКЕЕВ Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Гарантированная безопасность и безусловная охрана труда работников при проведении испытаний вагонов является главной задачей в перечне подготовительных и исполнительных работ на испытательном центре. Безукоризненное выполнение требований инструкций при выполнении маневровых, грузовых, стендовых, а также других операций по техническому содержанию инфраструктуры центра является залогом успешной работы коллектива Испытательного центра «СЕКО».

В общем перечне работ Центра по обеспечению безопасности и охраны труда следует выделить:

1 Систему мер по защите персонала, участвующего в подготовке и проведении испытаний вагонов. По всей территории Центра установлены информационные указатели, предупредительные и запрещающие надписи, строго регламентирующие условия нахождения людей на определенных, наиболее опасных участках. Особо опасные участки железнодорожных путей Центра ограждены. В этом отношении наибольшую опасность для причастных работников представляет территория зоны ударных испытаний по обе стороны от горочного пути, - от горба горки до точки удара. Ограждение ее сеткой-рабицей обеспечивает одновременно прозрачность для визуального наблюдения за процессом ударных испытаний и достаточную гарантию безопасности. Однако, как показывает практика работы других испытательных центров, полное ограждение горочного пути нецелесообразно, так как требуется проведение профилактических и ремонтных работ с нахождением людей и техники не только на самом горочном пути, но и по низу его откосов. Поэтому граница ограждения должна находиться на расстоянии 3-5м от ближайшей точки удара бойка и испытываемого вагона, что позволит автомобильной технике, при необходимости, пройти в любой момент в зону ограждения для производства необходимых работ даже при развернутом регистрирующем комплексе.

Наиболее опасным местом является неогражденный участок от границы ограждения до ближайшей точки удара. В этом месте с обеих сторон горочного пути должны стоять указатели, категорически запрещающие