

*к.т.н. Амосов В.А.,
Марусей О.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕМОНТА ВАГОНЕТОК ШАХТНОГО ТРАНСПОРТА

Наведені результати досліджень, що дозволяють істотно підвищити термін експлуатації вагонеток шахтного транспорту шляхом відновлення в умовах шахти кузовів вагонеток рейкового транспорту.

Ключові слова: *Рейковий транспорт, глуха вагонетка, деформація кузова, гідравлічна установка, контактні напруження.*

Приведены результаты исследований, которые позволяют существенно повысить срок эксплуатации вагонеток шахтного транспорта путем восстановления в условиях шахты кузовов вагонеток рельсового транспорта.

Ключевые слова: *Рельсовый транспорт, глухая вагонетка, деформация кузова, гидравлическая установка, контактные напряжения.*

Рельсовый транспорт является на ряде угольных шахт и рудников основным видом доставки материалов, оборудования и полезных ископаемых. Наибольшее распространение получили вагонетки с глухим кузовом типа ВГ-2,5; ВГ-3,3. Кузов грузовой вагонетки сваривается из стальных листов толщиной 4÷9 мм. Верхняя часть кузова с внешней стороны окантовывается обвязкой из стальной полосы. Для увеличения жесткости кузова в некоторых конструкциях вагонеток применены ребра жесткости.

Несмотря на все мероприятия по упрочнению кузова, в реальных условиях эксплуатации вагонетки выходят из строя под воздействием ударных нагрузок. Разрушение элементов кузова вагонетки и его деформация с нарушением геометрической формы делает эксплуатацию вагонетки практически невозможной. Более того, эксплуатация вагонеток с деформированным кузовом запрещена Правилами безопасности [1].

Наиболее распространенные деформации представляют собой выпуклости или вогнутости стенок кузова вагонетки. Реже встречаются нарушения диагонали, а также деформации более сложной конфигурации. Исследуя характер деформации, можно сказать, что большая их часть не выходит за допустимые пределы изменения первоначальных

размеров вагонетки. Все вагонетки шахтного подвижного состава через некоторый срок эксплуатации подлежат ремонту, так как приобретение нового оборудования в современных условиях сопряжено с существенными затратами денежных средств. Поэтому актуальными становятся работы, связанные с совершенствованием методов ремонта имеющегося в наличии оборудования.

В основном предусматриваются два вида ремонта кузовов: текущий и капитальный. Текущий ремонт проводится в шахтных мастерских и предусматривает устранение небольших повреждений. Капитальный ремонт проводится на рудоремонтных заводах. Кузов вагонетки выравнивается с помощью специальных приспособлений, которые должны обеспечивать приложение распорных и сжимающих нагрузок, действующих вдоль, поперек и по диагонали кузова. Рабочий при выравнивании (рихтовке) кузова вагонетки не должен прилагать больших усилий. Устройство должно иметь необходимый ход подвижных элементов в момент их выдвигения при рихтовке, быть простым в устройстве, удобным в пользовании, иметь небольшую массу.

Применяемые на шахтах для правки кузовов ручные приспособления имеют ряд недостатков, основными из которых являются: большая продолжительность правки кузова и высокая трудоемкость работы при высокой доле тяжелого ручного труда, что снижает его эффективность.

Кроме того, приспособления, разработанные силами механических мастерских шахт, применяются в основном для правки деформированных кромок кузова вагонеток и не приспособлены для удаления вмятин.

Отсутствуют методические разработки и обоснования конструктивных, силовых и энергетических параметров таких устройств, что вызывает затруднения с подбором оборудования и выбором режимов его работы.

Таким образом, для выполнения всех видов ремонта необходимо разработать специальные приспособления, которые способствовали бы улучшению качества ремонта и снижению его трудоемкости.

Публикации по расчету силовых параметров устройств для рихтовки кузовов отсутствуют.

Целью работы является разработка универсального устройства для правки и рихтовки кузовов вагонеток, позволяющего обеспечить полную механизацию процесса выравнивания с приложением как распорных, так и сжимающих усилий. Необходимо также разработать методику определения его силовых параметров.

На рисунке 1 представлена установка для механической правки кузовов шахтных вагонеток, имеющих выпуклости и вмятины на лобовых и боковых стенках кузовов, а также перекосы на углах.

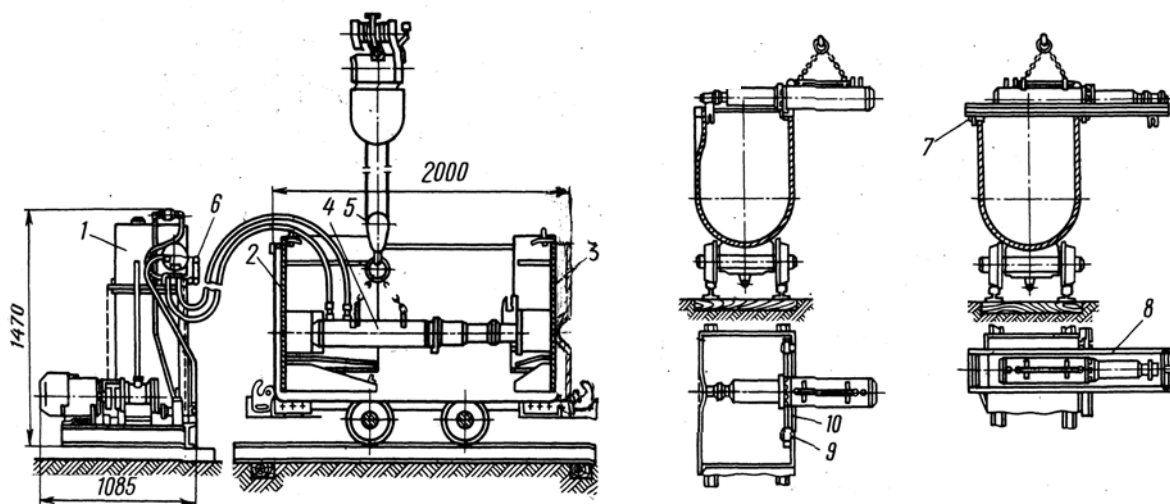


Рисунок 1 – Установка для механической правки кузовов шахтных вагонеток

Установка состоит из маслостанции 1, левой 2 и правой 3 упорных плит, гидроцилиндра 4, электрической тали 5, золотника управления 6, захвата 7, реек 8 и 10, насоса 9. Маслостанция смонтирована на раме и включает в себя электродвигатель, насос, бак для рабочей жидкости, реверсивный гидрораспределитель и рукава высокого давления. Лобовины выполнены из листового проката, а к цилиндру приварены проушины для строповки. Таль подвешивается на балке над рельсовыми путями и служит для перемещения гидроцилиндра и лобовин. Для правки кузова в продольном направлении деформированная вагонетка устанавливается над талью и между торцами вагонетки помещают гидроцилиндр, который под давлением масла штоком с насадкой выправляет деформированные участки. Для правки кузова в поперечном направлении применяется гидроцилиндр с двумя рейками для упора.

В отличие от известных устройств и приспособлений предлагаемая установка позволяет механизировать правку кузова глухих вагонеток – выравнивать деформированный контур кузова, выправлять вмятины и выпучивания на лобовых и боковых стенках кузова.

Достаточную величину нагружения P , развиваемую штоком гидродомкрата, рекомендуется определять, исходя из наибольшего контактного напряжения на площадке контакта σ_{MAX} [2]. Примем, что сила

давления P равномерно распределена по поверхности контакта и нормальна к ней. Возможные варианты контакта – сжатие шаров и давление шара на плоскость представлены на рисунках 2 и 3. Шары являются имитацией рабочих поверхностей сферической насадки штока гидроцилиндра и выпуклости на стенке кузова вагонетки, а также плоской поверхности насадки штока цилиндра и выпуклости стенки кузова вагонетки. Пусть два шара 1 и 2 (рис. 2) радиусами R_1 и R_2 и с модулями упругости материала E_1 и E_2 касаются в точке C и имеют общую нормаль Z , а также общую касательную плоскость AB . Сила P направлена по нормали Z . Из теории контактных напряжений следует, что образующаяся в результате местных упругих деформаций площадка касания может иметь круглую форму с радиусом a (рис. 2).

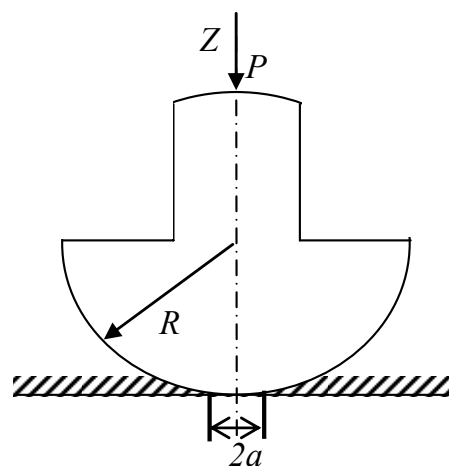
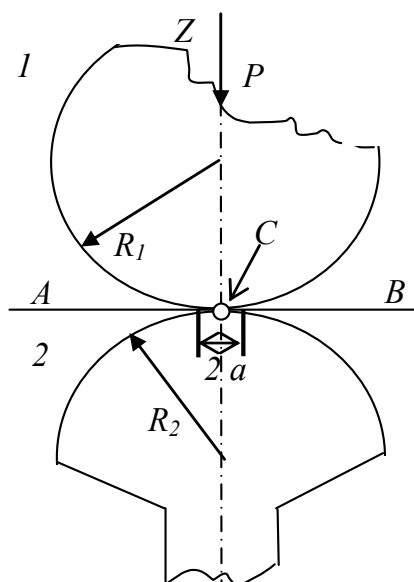


Рисунок 2 – Сжатие шаров

Рисунок 3 – Давление шара на плоскость

Наибольшее напряжение σ_{MAX} , возникающее в центре площадки касания :

– при сжатии шаров [2]

$$\sigma_{MAX} = 0,388 \cdot \sqrt[3]{4P \cdot \frac{E_1^2 \cdot E_2^2 \cdot (R_1 + R_2)^2}{(E_1^2 + E_2^2)^2 \cdot R_1^2 \cdot R_2^2}}, \quad (1)$$

– при давлении шара на плоскость (рис. 3)

$$\sigma_{MAX} = 0,388 \cdot \sqrt[3]{4P \cdot \frac{E_1^2 \cdot E_2^2}{(E_1^2 + E_2^2)^2} \cdot \frac{1}{R^2}} . \quad (2)$$

Выражения (1) и (2) можно упростить, приняв $E_1 = E_2 = E$. Тогда формулы (1) и (2) представляются соответственно в виде :

$$\sigma_{MAX} = 0,388 \cdot \sqrt[3]{P \cdot E^2 \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \right)^2} , \quad (3)$$

$$\sigma_{MAX} = 0,388 \cdot \sqrt[3]{P \cdot E^2 \cdot \frac{1}{R^2}} . \quad (4)$$

Условие прочности при контактных напряжениях в центре площадки контакта имеет вид [2]

$$\sigma_{MAX} \leq \frac{1}{m} \cdot \sigma_{КОНТ} , \quad (5)$$

где m – коэффициент, зависящий от формы площадки, при круглой форме $m = 0,62$;

$\sigma_{КОНТ}$ – допускаемое максимальное напряжение на площадке контакта.

Используя формулы (3) и (4), с учетом (5) определим силу давления P :

– при сжатии шаров (рис. 2)

$$P = 27,613 \cdot \frac{\sigma_{КОНТ}^3}{E^2} \cdot \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right)^2 , \quad (6)$$

– при давлении шара на плоскость (рис. 3)

$$P = 27,613 \cdot \frac{\sigma_{КОНТ}^3}{E^2} \cdot R^2 . \quad (7)$$

Расчет и выбор гидравлического оборудования выполняется с учетом рекомендаций [3, 4].

Необходимое давление гидронасоса при диаметре поршня гидроцилиндра D_{Π}

$$p = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot D_{\Pi}^2} . \quad (8)$$

Мощность электродвигателя гидроустановки при расходе рабочей жидкости Q

$$N = \frac{p \cdot Q}{\eta_{\text{НГ}}} , \quad (9)$$

где $\eta_{\text{НГ}}$ – К.П.Д. насоса и гидравлической системы, $\eta_{\text{НГ}} = 0,7$.

Расчеты, выполненные для материала с модулем упругости $E = 2,02 \cdot 10^5$ МПа (Сталь 30) и допускаемым максимальным напряжением $\sigma_{\text{MAX}} = 1050$ МПа [2] по формулам (7), (8) и (9), показали, что необходимое давление, развиваемое насосом установки, не превысит 10 МПа, мощность электродвигателя насоса $N = 4$ кВт, диаметр поршня гидроцилиндра $D_{\Pi} = 0,1$ м, расход рабочей жидкости насоса $Q = 0,3 \cdot 10^{-3}$ м³/с.

Выводы и направления дальнейших исследований.

1. Разработанное гидравлическое устройство для выравнивания кузова шахтных вагонеток позволяет полностью механизировать процесс рихтовки, снизить затраты ручного труда, повысить качество ремонта и может быть реализовано в условиях механического цеха шахты.

2. Предложена методика расчета силовых параметров устройства, которая может быть использована при конструировании силовых механизмов горной техники.

3. Технические решения и методические разработки, представленные в работе, позволят продлить срок службы вагонеток рельсового транспорта и существенно повысить его эффективность.

4. В дальнейшем необходимо исследовать зависимости силовых параметров устройства от качественных характеристик контактирующих материалов и их геометрических форм.

Библиографический список

1. *Правила безпеки у вугільних шахтах України.* – К., 2006. – 497 с.
2. *Писаренко Г. С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев.* – К. : Наукова думка, 1988. – 736 с.
3. *Пономаренко Ю.Ф. Расчет и конструирование гидроприводов механизированных крепей / Ю.Ф. Пономаренко, А.А. Баландин, И.Т. Бо-*

гатырев и др. ; под ред. Ю.Ф. Пономаренко. – М. : Машиностроение, 1981. – 328 с.

4. Вакина В. В. Машиностроительная гидравлика. Примеры расчетов / В. В. Вакина, Н.Д. Денисенко, А.Л. Столяров. – К. : Вища школа, 1987. – 208 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Корнеевым С.В.