

УДК 621: 539.3

П.В. ЧУРБАНОВ, нач. бюро КОГКО НТК ЧАО «АзовЭлектроСталь», Мариуполь

ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ НЕСУЩЕЙ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ С УСТАЛОСТНЫМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ РАМЫ ХОДОВОЙ ОТВАЛООБРАЗОВАТЕЛЯ ОШС – 4000/125

Описано інженерний підхід до відновлення навантажувальної здатності на прикладі ходової рами відвалоутворювача. Описано пошкодження рами та способи його усунення.

Описан инженерный подход к восстановлению несущей способности на примере ходовой рамы отвалообразователя. Описано повреждение рамы и способы его устранения.

An engineering approach is described to renewal of load capacity on the example of spreader working frame. The damage of frame and methods of its removal are described.

Введение. Тяжелонагруженные крупногабаритные машины работают в тяжелых условиях эксплуатации. В связи с возможными поломками возникает проблема ремонта непосредственно на предприятии. Это вынуждает при проектировании машин данного класса предусмотреть такую возможность. В работе на примере ходовой рамы отвалообразователя ОШС – 4000/125 описан один из предлагаемых видов ремонта.

Описание проблемы. На протяжении 10 лет (по истечению норматив-



Рис. 1. Отвалообразователь ОШС – 4000/125 (зав. №1)



Рис. 2. Отвалообразователь ОШС – 4000/125 (зав. № 2)

низмы, помещения, лестницы площадки и т.д.; ветровые нагрузки; уклон рабочей площадки; несинхронность работы механизмов; погрешности при сборке и изготовлении; изменение геометрических параметров сечений металлоконструкции в процессе эксплуатации: коррозия, местные деформации и т.д. Таким образом, в конструкции машины много проблемных элементов. Рассмотрим один из наиболее нагруженных.

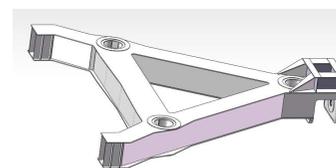


Рис. 3. Металлоконструкция рамы ходовой отвалообразователя ОШС – 4000/125

ного срока службы) с 2001 г. по 2011 г. было выполнено три обследования несущей и вспомогательной металлоконструкции отвалообразователей ОШС – 4000/125 зав. №1 и № 2 (рис. 1, 2) Навойского горно-металлургического комбината (НГМК), Республика Узбекистан.

При обследовании были применены визуальный метод контроля, метод акустической эмиссии и инструментальный, включающий измерение толщины и твердости элементов несущих металлоконструкций.

Также выполнен подробный анализ ремонтной и эксплуатационной документации за отчетный период, ведущейся обслуживающим персоналом отвалообразователей в процессе работы. По результатам обследований стало очевидно, что наиболее подвержены усталостному разрушению узлы металлоконструкции опорно-ходового оборудования. Это обусловлено интенсивными, многокритериальными условиями нагружения, включающими выполнение рабочих операций; собственный вес металлоконструкций; вес установленного оборудования: меха-

низмы, помещения, лестницы площадки и т.д.; ветровые нагрузки; уклон рабочей площадки; несинхронность работы механизмов; погрешности при сборке и изготовлении; изменение геометрических параметров сечений металлоконструкции в процессе эксплуатации: коррозия, местные деформации и т.д. Таким образом, в конструкции машины много проблемных элементов. Рассмотрим один из наиболее нагруженных.

Рама ходовая. Расчетная схема. В качестве примера рассмотрим раму ходовую (рис. 3), представляющую собой пространственную металлоконструкцию коробчато-балочного типа, материал – сталь 09Г2С и 10ХСНД, толщина использованного проката при изготовлении – от 20 мм до 36 мм. Общая масса металлоконструкции – 40000 кг. Расчетная схема представлена на рис. 4, а

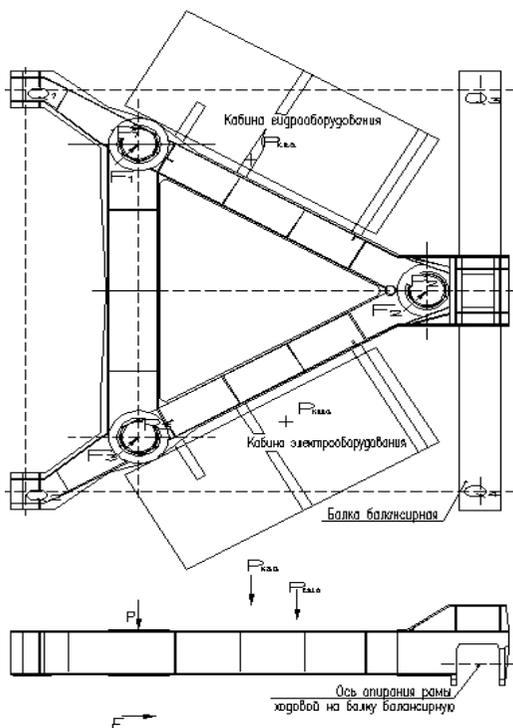


Рис. 4. Схема приложения сил и нагрузок на раму ходовую ОШС – 4000/125

прикладываемые нагрузки – в таблице.

Расчет конструкции выполнялся по системе допускаемых напряжений, факторы неопределенности расчета учитывались посредством коэффициента запаса прочности. Расчетным путем определен запас в 1,6-1,8.

Проблемы, возникающие на практике. В соответствии с журналом ремонтных работ в конце 2007 г. (ориентировочно через 6 месяцев после планового – второго обследования) началось развитие усталостных трещин на стенках в районе «стакана» второго гидроцилиндра, параллельно с данным дефектом был выявлен люфт в шарнире оси крепления балки балансирной.

Таблица

Действующие нагрузки на металлоконструкцию рамы ходовой

№	Нагрузка	Обозначение	Примечание
1	Вес кабины гидрооборудования	$P_{к.г.о.}$	по КД
2	Вес кабины электрооборудования	$P_{к.эл.о.}$	по КД
3	Опираение рамы ходовой	Q_1, Q_2, Q_3, Q_4	по КД
4	Давление гидродомкратов	P_1, P_2, P_3	Значение изменяется в зависимости от принимаемого уклона площадки
5	Ветровая нагрузка	F_1, F_2, F_3	Расчет ведется при различных направлениях

В соответствии с ремонтной документацией, разработанной сотрудниками центрального рудоуправления НГМК, выполнены следующие работы: изготовлена новая ось крепления балки балансирной; выполнена наплавка в

проушинах балки балансирной с последующей расточкой посадочной поверхностью под установку оси; установлены и сварены дополнительные торцевые ребра; на концах трещин в стенках засверлены отверстия-ловители, трещины разделаны и заварены, усиление швов снято, установлены листы-накладки с габаритными размерами: длина (ориентировочно) 2500 мм и высота – 1140 мм с последующей обваркой по периметру.

В 2009 г. в области основания «кармана» начали развиваться трещины, вначале от торца стенки основной металлоконструкции, в течении месяца перешедшие на лист усиления. В целях снижения простоев конвейерной линии, работниками службы эксплуатации был выполнен вынужденно ускоренный ремонт, включавший: разделку и заварку трещин в листе усиления с последующей установкой второго дополнительного листа.

В процессе третьего обследования (май-июнь 2011 г.) была зафиксировано наличие множественных усталостных трещин, вновь развившихся с торца стенки основной металлоконструкции и перешедших на первый, а позже и второй лист усиления (рис. 5, 6).

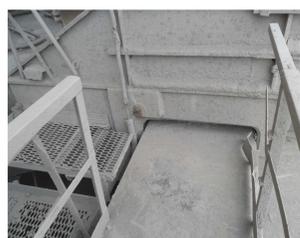


Рис. 5. Усталостные трещины правой стенки в основании «кармана»



Рис. 6. Усталостные трещины левой стенки в основании «кармана»

Описанный процесс произошел на обоих отвалообразователях, с разницей по времени в 6-7 месяцев. Он обусловлен более интенсивной работой ходового оборудования машины №1.

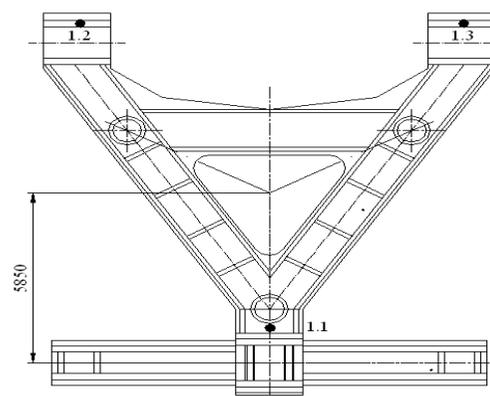


Рис. 7. Рама ходовая и балка балансирная, схема АЭ – контроля

● - Пьезопреобразователь АЭ (ПАЭ)

Данные, полученные посредством визуального осмотра, были подтверждены показаниями датчиков акустико-эмиссионного контроля, а именно: при проведении АЭ-контроля рамы ходовой обнаружен критически активный источник АЭ 3-го класса в районе 1-го ПАЭ (рис. 7, 8).

Пути устранения проблемы. Ремонт узла выполнялся 10 дней, в две

смены по 12 часов, двумя бригадами рабочих под руководством специалистов ОАО «Азовмаш» и включил в себя следующий объем работ: удаление первого и второго листов усиления, а также стенок основного металла (рис. 9); удаление распорных диафрагм «стакана» гидроцилиндра в связи с выявлением в них (при вскрытии) множественных трещин (рис. 10); установка и приварка вновь изготовленных деталей с сопутствующей проковкой и последующим контролем УЗД сварных швов (рис.11). При проведении повторного АЭ-контроля рамы ходовой (после ремонта) развивающихся дефектов не обнаружено (рис. 12).

По окончании ремонтных работ были успешно проведены статические и динамические испытания металлоконструкции с приложением нагрузок в соответствии с полным циклом работы отвалообразователя.

Выводы. По итогам разработки оперативного способа восстановления нагрузочной способности ходовой рамы и других элементов отвалообразователя, а также его практической реализации, можно сделать следующие выводы.

- в процессе выполнения первого ремонта необходимо было обязательное вскрытие основных стенок и удаление растрескавшихся диафрагм, создавших местное ужесточение и послуживших причиной образования трещин на стенках;

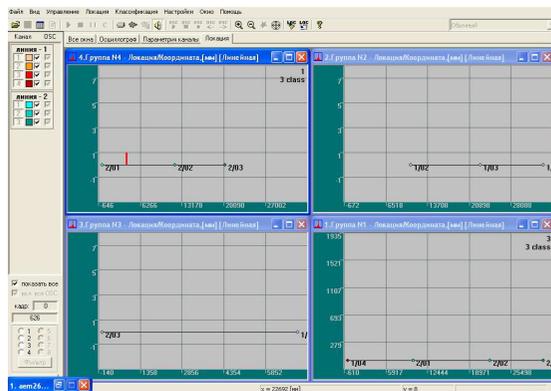


Рис. 8. Локационная картина источников с нанесением особенностей объекта до ремонта



Рис. 9. Удаление поврежденных стенок и листов усиления



Рис. 10. Трещина на диафрагме (типовой дефект)

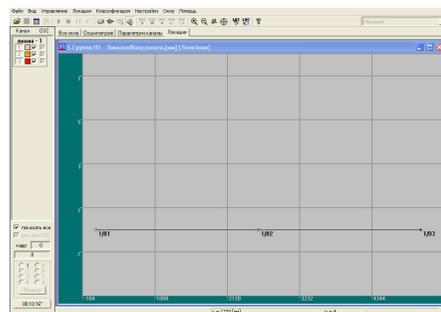


Рис. 12. Локационная картина источников с нанесением особенностей объекта после ремонта

- установка листов с габаритами 2500 мм на 1140 мм и последующей обваркой по периметру не дала требуемого результата, так как листы не имели достаточной жесткости и устойчивости, как не дала требуемого результата и последующая установка вторых, меньших листов-накладок в районе основания «кармана»;

- после проведения описанных выше ремонтных работ по предложенной схеме узел является работоспособным и допускается в дальнейшую эксплуатацию с проведением следующего планового обследования через четыре года;

- учитывая перспективность и работоспособность примененной в данной машине схемы отвалообразования, а также имея достаточное количество данных по результатам обследований и наблюдений в процессе проектирования, монтажа и работы, необходимо создание более совершенной методики расчета с учетом максимального количества действующих на металлоконструкции факторов нагружения. Это позволит добиться оптимизации и повышения прочностных характеристик узлов металлоконструкций опорно-ходовой оборудования и всей машины в целом.

Указанные исследования определяют дальнейшие работы в данном направлении.

Список литературы: 1. Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин / С.А. Соколов. – Санкт-Петербург: Политехника, 2005. – 422 с. 2. Конструкции грузоподъемных кранов металлические. Капитальный ремонт. Технические условия ТУ У 29.2-21674530-001-2003, Киев. 3. Техническая диагностика. Котлы, сосуды под давлением и трубопроводы. Акустико-эмиссионный метод контроля. СТП 50.01-2000, Киев ТК 78, "ТДнК". 4. ОТЧЕТ №1. Экспертно-техническое обследование (диагностирование) отвалообразователя ОШС-4000/125 зав.№1, Мариуполь 2011 г. 5. ОТЧЕТ №2. Экспертно-техническое обследование (диагностирование) отвалообразователя ОШС-4000/125 зав.№2, Мариуполь 2011 г.

Поступила в редколлегию 25.01.12