

# К вопросу применения магнитной структуроскопии при оценке напряженно-деформированного состояния металлоконструкции

**В.В. АЛЕКСЕЕВ**, генеральный директор Харьковского экспериментального завода подъемно-транспортного машиностроения, г. Харьков  
**С.А. ГУБСКИЙ**, инженер по ПТМ, ООО «Подъемсервис», г. Харьков  
**В.А. ПИЧИКИН**, начальник ОТН и Д, ОАО «Запорожтрансформатор», г. Запорожье  
**В.А. ПОПОВ**, зам. директора ООО «Подъемсервис»  
**А.И. ПРЕЛОВСКИЙ**, начальник ИЛТД ООО «Подъемсервис»

В отчете об анализе экономического развития Украины, подготовленном Всемирным банком с группой украинских экспертов, отмечались высокие темпы экономического роста в стране [1]. По данным ВБ, индекс объема промышленного производства (рис. 1) с 1997 по 2003 г.г. возрос в 1,67 раза. Одной из причин высоких темпов экономического роста аналитики ВБ и украинские эксперты считают повышение цен на экспортную продукцию и в первую очередь на металл. В списке мировых производителей металла Украина занимает 7-е место и ежегодно в среднем выплавляет 37–40 млн. т стали [2]. В самой же Украине потребляется лишь 20% производимого в стране металла.



Рис. 1

Сегодня, когда спрос на металлопродукцию превышает предложение, украинские металлурги легко находят рынки сбыта. Темпы роста цен на металлопродукцию (рис. 2) значительно превышают темпы роста (рис. 3) валового внутреннего продукта (ВВП), что негативно сказывается на машиностроительных предприятиях, в т.ч. на краностроительной отрасли, у которой в себестоимости продукции затраты на металл и комплектующее оборудование составляют 60–70%. Большая часть производимой грузоподъемной техники поставляется на экспорт, в основном в страны СНГ.



Рис. 2

Покупать новое грузоподъемное оборудование украинским предприятиям пока «не по карману». Даже такие крупнейшие металлургические производители металлопродукции\* как «Криворожсталь» (с объемом производства стали 7,1 млн. т), ММК им. Ильича (6,5 млн. т), «Азовсталь» (5,3 млн. т), «Запорожсталь» (4,4 млн. т), «Алчевский меткомбинат» (3,5 млн. т), ДЗМ им. Петровского (3,2 млн. т) приобретают крановую технику на замену вышедшей из строя считанными единицами.

Вместе с тем, 78% грузоподъемного оборудования отработало нормативный срок [3], [4], что в ближайшие годы (особенно на предприятиях горно-металлургического комплекса) может привести не только к выбыванию мощностей, но и к техногенным авариям.

Руководители больших и малых предприятий различных форм собственности пытаются найти на замену грузоподъемное оборудование, бывшее в эксплуатации.

Ценовая привлекательность вторичного рынка грузоподъемной техники порождает ежегодно десятки новых фирм, работающих по принципу «купи-продай», после которых «хоть трава не расти». С появлением авантюристов и непрофессионалов на вторичном рынке грузоподъемной техники, отработавшей нормативный срок, возрастает серьезная угроза промышленной безопасности.

Альтернативой хаотично возрастающему вторичному рынку является развитие сети специализированных предпри-



Генеральный директор ООО ХЭЗ ПТМ Алексей В.В. (справа) принимает рапорт от работника ОТК о готовности к отгрузке грейферной тележки г/п 12,5



Рис. 3

\* По данным Международного института чугуна и стали по итогам 2003 г.

ятий как в рамках краностроительных корпораций и холдинговых компаний с отработанной технологией производства кранов, так и возникающих и развивающихся небольших частных инновационных специализированных предприятий, занимающихся реконструкцией, модернизацией грузоподъемного оборудования на основе современных технологий.

В качестве примера можно привести Харьковский экспериментальный завод подъемно-транспортного машиностроения, который в кратчайшие сроки в кооперации с лидерами краностроительной отрасли Украины — «Харьковским заводом ПТО» и «Зуевским энергомеханическим заводом» освоил изготовление специализированных кранов мостового типа и выполнил ряд заказов по реконструкции кранов для Побужского ферроникелевого комбината, для предприятия «Днепр Азот» (Днепродзержинск), «Харьковского коксового завода» и других.

При этом подбор металлоконструкций грузоподъемных машин под реконструкцию осуществлялся на основе тщательной экспертной оценки с применением новых методов неразрушающего контроля — магнитной структуроскопии.



Рис. 4. Распределение значений Нс по длине главной балки (до реконструкции)

Так, при выполнении заказа ОАО «Запорожтрансформатор» по реконструкции крана грузоподъемностью 50/12,5+32/5 т на всех стадиях технологического процесса проводилась магнитная структуроскопия и оценка напряженно-деформированного состояния несущих (расчетных) элементов металлоконструкций крана (при подготовке главных балок к реконструкции — укорочению пролета, после проведения сварочно-сборочных работ, после монтажа, двухнедельной обкатки крана и проведения статических и динамических испытаний). В качестве основного магнитного параметра (информативного показателя) выбрана коэрцитивная сила (НС, А/см) — как наиболее чувствительная к изменению плотности дислокаций структуры и связанная линейной зависимостью с механическими свойствами металла. Данные замеров НС заносились в паспорт магнитного контроля крана.

Анализ замеров коэрцитивной силы на различных стадиях производственного цикла [6] показал, что выбранная технология сборочно-сварочных работ (при уменьшении пролета моста крана) не оказала существенного влияния на напряженно-деформированное состояние металлоконструкций крана. Предел прочности (по результатам испытаний на вырезанных образцах) составил 455,7–468 МПа (Н/мм<sup>2</sup>). Фрагменты результатов измерений НС на одной из главных балок (до и после реконструкции) приведены на рис. 4, 5.

В соответствии с номограммой магнитного контроля по

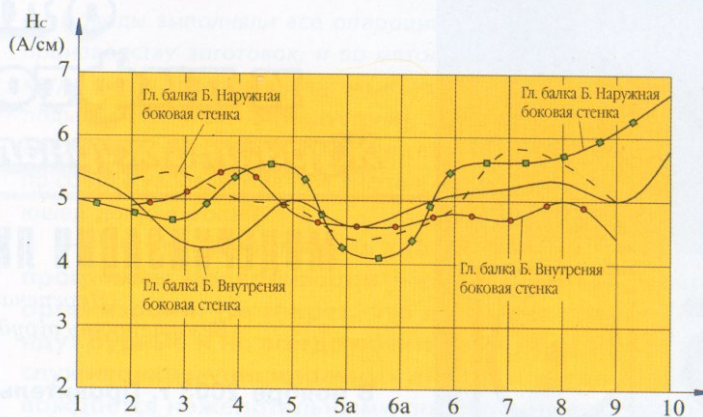


Рис. 5. Распределение значений Нс по длине главной балки (после реконструкции)

ISO 4301 [5] значения коэрцитивной силы соответствуют режиму надежной эксплуатации.

Как показала практика ХЭЗ ПТМ, лишь 10–15% из предлагаемых к реконструкции металлоконструкций кранов ремонтпригодны. В остальных случаях в несущих элементах предлагаемых на вторичном рынке кранов, бывших в эксплуатации, замеры НС имеют недопустимо высокие значения, при этом испытания на вырезанных из элементов образцах подтверждают значительное снижение механических свойств (на 30–40%) для соответствующих марок сталей.

## ВЫВОДЫ

1. Для принятия решения о возможности проведения реконструкции или сложного капитального ремонта расчетных элементов целесообразно при экспертной оценке состояния металлоконструкций проводить магнитный (коэрцитиметрический) контроль металла.
2. При разработке технических условий на реконструкцию, модернизацию, сложный капитальный ремонт металлоконструкций с применением сварки целесообразно в ТУ вводить требования по определению напряженно-деформированного состояния металлоконструкций крана с отражением значений НС в паспортах магнитного (коэрцитиметрического) контроля. Это позволит потребителю не только оценить качество проведенных работ, но в дальнейшем (при небольших затратах) осуществлять систематический контроль за изменением напряженно-деформированного состояния крана на протяжении всего срока дальнейшей эксплуатации и своевременно предупреждать аварийные ситуации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. С. Коваль, «Лекарство для Украины», «Бизнес» № 46, 2004 г.
2. М. Бно-Айриян, «Слияния и поглощения», «Бизнес» № 44, 2004 г.
3. Сборник статей и докладов второй всеукраинской научно-практической конференции производителей и потребителей подъемных сооружений, г. Одесса, 2001 г.
4. Н.Н. Андриенко, В.А. Плетнев, В.В. Ткаченко, Перспективы рынка подъемных сооружений в едином экономическом пространстве, «Подъемные сооружения. Специальная техника» № 1, 2004 г.
5. Международный стандарт ИСО 4301 часть 1...5.
6. Отчет по НИР. Исследования изменений напряженно-деформированного состояния металлоконструкций при реконструкции и капитальном ремонте кранов с применением сварки, Харьков, 2004 г.