УДК 621.873
© А.С. Липатов, 2013

Об истории развития отечественных методик по экспертизе и техническому диагностированию грузоподъемных кранов

А.С. Липатов,
д-р техн. наук

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Проанализирована история создания и развития отечественных нормативных документов по техническому диагностированию грузоподъемных кранов. Приведены имена отечественных авторов, внесших вклад в совершенствование данного направления прикладной науки. Изложено мнение автора об известных методиках оценки остаточного ресурса, о продлении срока службы грузоподъемных кранов, а также о развитии работ по обоснованию их безопасности и оценке риска.

The history of creation and development of the national normative documents on lifting cranes technical diagnostics is analyzed. The national authors' names contributed to the improvement of this field of the applied science are provided. The author's opinion is given about the well-known methods of residual life assessment, on the extension of lifting cranes service life, as well as the development of works on substantiation of their safety and risk assessment.

Ключевые слова: грузоподъемный кран, техническое диагностирование, анализ методов, нормативные документы.

Направление науки, связанное с экспертным обследованием и техническим диагностированием грузоподъемных кранов, зародилось в нашей стране еще в середине 70-х годов прошлого столетия. Основоположниками этого направления, по моему мнению, следует считать Егора Михайловича Концевого и Бориса Михайловича Розеншейна (рис. 1), работавших в то время во ВНИИПТМАШе. Именно эти специалисты в своей монографии по ремонту крановых металлоконструкций [1] не только впервые предложили классификацию дефектов, но и посвятили целую главу «обследованию и испытанию металлических конструкций кранов».

▲ **Рис. 1. Егор Михайлович Концевой (слева) и Борис Михайлович Розеншейн**

Сегодня эта книга (рис. 2) стала библиографической редкостью. Часть ее положений, в связи с развитием технологий изготовления металлических конструкций и приводов кранов, в чем-то устарели, однако некоторые рекомендации остаются актуальными до сих пор. Например, исследования, проведенные Б.М. Розеншейном, показали, что «при остаточном (отрицательном) прогибе $f \leq 0{,}022L$ (где L — пролет крана) кран может эксплуатироваться без всяких ограничений. При прогибе $0{,}022L \leq f \leq 0{,}035L$ должен быть предусмотрен контроль за развитием остаточного прогиба, а именно проведение нивелировки не реже одного раза в 4 месяца. Остаточный прогиб $f = 0{,}035L$ является предельно допустимым» [1]. Следует отметить, что эти рекомендации продолжают действовать и сегодня, являясь составной частью хорошо известных нормативных документов [2, 3].

▲ **Рис. 2. Обложка книги «Ремонт крановых металлоконструкций», 1979 г.**

Почти одновременно, уже в середине 70-х годов, в нашей стране стало зарождаться направление экспертного обследования металлоконструкций кранов. На базе разработок [1] появились методики экспертного обследования металлоконструкций ВНИИПТМАШа. И если о первом издании методики экспертного обследования кранов сегодня точно

почти ничего не известно, то второе издание, подготовленное ВНИИПТМАШем в 1976 г., уже использовалось специалистами ряда других организаций.

Спустя 10 лет, в 1986 г., под руководством А.И. Зерцалова во ВНИИПТМАШе было выпущено 3-е издание Методических указаний по проведению обследования металлоконструкций кранов с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации [4], которое было согласовано с Госгортехнадзором СССР 10 апреля 1987 г. письмом № 28-10/170. Ответственными исполнителями этих методических указаний были Б.М. Розеншейн и Г.А. Воронцов. Следует отметить, что все издания методических указаний по обследованию кранов, начиная с 3-го, обязательно согласовывались с Госгортехнадзором, что придавало им (до определенного момента) статус нормативных документов. При этом 4-е и последующие издания методических указаний [5] разрабатывались уже при непосредственном участии автора данной статьи. Согласование 4-го издания с Госгортехнадзором проходило непросто. Вначале первая редакция 4-го издания во многом напоминала третью редакцию методических указаний и отличалась от нее лишь некоторыми уточнениями. Однако Виктор Михайлович Зубенко, занимавший в то время должность зам. председателя Госгортехнадзора СССР, настоял, чтобы проект документа был дополнен браковочными признаками крановых механизмов. Таким образом, с 1991 г. решение о продлении срока службы стало обоснованно распространяться не только на металлоконструкцию, но и на кран в целом.

Интересно отметить, что для полноценного обследования нижних поясов и стенок главных балок мостовых кранов в приложении 12 к 4-му изданию методических указаний был приведен чертеж люльки для осмотра крановых металлоконструкций, применение которой способствовало повышению качества проведения экспертизы. Остается только сожалеть, что из последующих изданий методических указаний по распоряжению согласующих организаций этот чертеж был изъят.

Пока действовало 4-е издание методических указаний, ВНИИПТМАШу было предоставлено право проводить аттестацию организаций, занимающихся обследованием кранов мостового типа для продления сроков их службы. Такие аттестации во ВНИИПТМАШе прошли в первую очередь представители специализированных кафедр вузов: МВТУ им. Н.Э. Баумана, Ленинградского политехнического института и др. Продолжалась эта работа в течение нескольких лет, практически до учреждения в середине 90-х годов ОАО «Российская экспертная компания по объектам повышенной опасности» — ОАО «РосЭК».

Наряду с нормативными документами ВНИИПТМАШа, в 1992 г. издательство «Машиностроение» выпустило книгу В.И. Сероштана и др. «Диагностирование грузоподъемных машин» [6], в которой достаточно подробно были представлены рекомендации авторов по применению методов неразрушающего контроля для диагностики состояния металлоконструкций кранов и деталей механизмов. Возможно, именно эта публикация стала отправной точкой обязательного применения неразрушающего контроля, который действующую систему экспертного обследования (когда выводы о продлении срока службы крана делали на основе внешних браковочных признаков, обнаруженных при обследовании, а также с учетом мнения эксперта, проводившего экспертизу) превратил в техническое диагностирование (когда окончательное решение о продлении срока службы крана стали выносить в том числе с учетом полученных результатов неразрушающего контроля).

Начиная с 1995 г. группой специалистов различных организаций в составе А.С. Липатова, Л.А. Невзорова, А.А. Зарецкого, В.С. Котельникова и др. при ОАО «РосЭК» стала разрабатываться серия руководящих документов (РД) по обследованию грузоподъемных кранов с истекшим сроком службы. Первым таким документом стал РД 10-112—96 [7], опубликованный в 1996 г. Этот нормативный документ определил общие этапы технического диагностирования для всех типов грузоподъемных кранов, а также новые термины технического состояния кранов (работоспособное, неработоспособное), которые не применялись в терминологии действовавших в то время ПБ 10-14—92 [8]. Еще одним важным нововведением РД 10-112—96 стала единая для всех типов кранов форма акта обследования, которая была предназначена для последующей обработки на ЭВМ. К сожалению, воплотить это в жизнь не хватило ни административных, ни экономических ресурсов: в стране начался затяжной кризис.

После выхода в свет РД 10-112—96 «головные институты» по типам кранов (ВНИИПТМАШ, ВНИИстройдормаш, СКТБ башенного краностроения, ВКТИмонтажстроймеханизация) стали разрабатывать свои РД, ориентированные на конкретные типы кранов. Так появились РД 10-112-2—97 [9] — для стреловых самоходных кранов; РД 10-112-3—97 [10] — для башенных кранов; РД 10-112-4—98 [11] — для портальных кранов; РД 10-112-5—97 [2] — для кранов мостового типа; РД 10-112-9—97 [12] — для подъемников (вышек). ЗАО «Уральский экспертный центр» был разработан РД 10-112-6—03 [3] по обследованию специальных металлургических кранов.

Параллельно с разработкой методик серии РД 10-112 ОАО «РосЭК» совместно с ВНИИПТМАШем разработали серию РД по различным видам неразрушающего контроля: капиллярного, ультразвукового, вихретокового и т.п. [13–15]. В это же время в стране были созданы первые программы обучения,

началась плановая подготовка и аттестация кадров для технического диагностирования подъемных сооружений.

Нельзя не отметить, что методики серии РД 10-112 сыграли большую роль в становлении отечественной школы экспертизы подъемных сооружений, однако все же они не были лишены некоторых недостатков. Например, нередко для однотипных дефектов и повреждений в них приводились различные браковочные признаки, что справедливо подвергалось критике как со стороны непосредственных исполнителей работ, так и местных органов надзора, принимавших результаты экспертизы. Но в разгар кризиса средств на корректировку методик не было, и дальнейшие исследования в этом направлении были временно приостановлены.

Только много позже, для ликвидации выявленных противоречий, ООО «Нижегородский центр технической диагностики, экспертизы и сертификации» в 2007 г. разработал и согласовал с Ростехнадзором Указания по экспертному обследованию [16], которые распространялись на все виды грузоподъемных кранов и содержали «универсальные» браковочные показатели.

В 2001 г. после выхода в свет новой редакции Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382—00) [17] и отмены лицензирования эксплуатации подъемных сооружений Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 марта 2001 г. № 241 было установлено, что «продление срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений, эксплуатируемых на опасных производственных объектах (определение остаточного ресурса) на территории Российской Федерации, осуществляется в порядке, определяемом Федеральным горным и промышленным надзором России». С этого момента различными организациями стали разрабатываться методики оценки остаточного ресурса грузоподъемных кранов.

Принципы, положенные в основу первых методик по оценке остаточного ресурса, сильно отличались друг от друга. В одних из них предлагалось рассчитывать критическое количество баллов в зависимости от обнаруженных дефектов и повреждений обследуемого крана [9]; в других — применять различные методы расчета и прогнозирования развития длины трещин: для мостовых кранов [18], для портальных кранов [19]; в третьих — комбинацию вероятностных методов расчета надежности с учетом фактических характеристик металла [20] и т.д.

Каждый из предложенных методов обладал своими достоинствами и недостатками, а их недостаточная апробация не позволяла конкретно рекомендовать какой-либо один из них для последующего практического применения. В какой-то степени здесь повторилась ситуация с определением некоего приоритетного метода неразрушающего контроля, который было бы целесообразно использовать для выявления всех видов дефектов и повреждений в сварных металлоконструкциях. Увы, такого универсального метода нет, поэтому в методических указаниях экспертным организациям сегодня рекомендовано самим выбрать тот или иной метод неразрушающего контроля, который гарантировал бы выявление дефектов в данном месте металлоконструкции.

Важным направлением в оценке остаточного ресурса грузоподъемных кранов стало применение методов коэрцитиметрии, основоположниками практического использования которых на грузоподъемных кранах Российской Федерации стали Б.Е. Попов и Е.А. Левин из ИКЦ «Кран» [21]. Позже эти методы нашли применение в определении характера повреждений, оценке остаточного ресурса и разработке концепции ремонта (совместно с В.Н. Березиным) на литейных кранах конвертерного цеха ОАО «Северсталь» (рис. 3), которые позволили не только без демонтажа частично заменить стенки пролетных балок литейных кранов, но и не останавливать непрерывный цикл работы конвертеров действующего металлургического производства.

▲ **Рис. 3. Е.А. Левин (слева) и Б.Е. Попов выполняют коэрцитиметрию литейного крана**

Практика применения оценки остаточного ресурса показала, что подобные серьезные дорогостоящие работы необходимы далеко не везде и не всегда. Очевидно, для грузоподъемных кранов неинтенсивного использования, которые при проектировании не рассчитываются на усталость, надо отказаться от оценки их остаточного ресурса, сохранив лишь выполнение диагностики текущего состояния, как это было принято в первых редакциях методических указаний.

Почти все согласованные с Ростехнадзором действующие методики оценки остаточного ресурса не учитывают изменений напряженного состояния,

связанного с ремонтом (усилением) или заменой отдельных элементов металлоконструкций, поэтому они еще далеки от совершенства.

Еще одно важное замечание касается принятых редакций технических регламентов безопасности машин и оборудования, которые в ближайшее время сориентируют нас на оценку риска. Оценивать риск, который однозначно связан с вероятностной природой отказов и материальными затратами для достижения приемлемых (нормированных) показателей риска, нужно начинать не «с применения простой арифметики», а с изучения статистики отказов, выполнения фундаментальных работ по надежности, которые уже почти два десятилетия не проводятся в нашей стране. В этой связи директивное принятие разработки документов по обоснованию безопасности с учетом риска должно выполняться на основании утвержденных и принятых инженерных методик, создание которых, в свою очередь, потребует временных и материальных затрат.

Пока в стране существуют «краны, отработавшие нормативный срок службы», институт технического диагностирования востребован и необходим. Важно лишь, чтобы эта работа, в угоду рынку, не становилась источником дохода отдельных некомпетентных организаций, не являлась препятствием своевременной замены старых кранов, а играла свою важную роль в тех случаях, когда и с технической, и с экономической стороны подобное действительно необходимо.

Список литературы

1. *Концевой Е.М., Розеншейн Б.М.* Ремонт крановых металлоконструкций. — М.: Машиностроение, 1979. — 206 с.

2. *РД 10-112-5—97.* Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 5. Краны мостовые и козловые. — Сер. 10. — Вып. 68. — М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006. — 404 с.

3. *РД 10-112-6—03.* Методические указания по обследованию специальных металлургических кранов.— Сер. 10. — Вып. 68. — М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006. — 404 с.

4. *Методические* указания по проведению обследования металлоконструкций кранов с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ВНИИПТМАШ, 1984. — 43 с.

5. *Методические* указания по проведению обследования кранов с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: ВНИИПТМАШ, 1991. — 43 с.

6. *Диагностирование* грузоподъемных машин/ В.И. Сероштан, Ю.С. Огарь, А.И. Головин и др./ Под ред. В.И. Сероштана и Ю.С. Огаря. — М.: Машиностроение, 1992. — 192 с.

7. *РД 10-112—96.* Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. — Сер. 10. — Вып. 68. — М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006. — 404 с.

8. *ПБ 10-14—92.* Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. — М.: НПО ОБТ, 1993. — 239 с.

9. *РД 10-112-2—97.* Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 2. Краны стреловые самоходные общего назначения. — М.: ВНИИСтройдормаш, 1997. — 12 с.

10. *РД 10-112-3—97.* Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 3. Башенные, стреловые несамоходные и мачтовые краны, краны-лесопогрузчики. — Сер. 10. — Вып. 70. — М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006. — 236 с.

11. *РД 10-112-4—98.* Методические указания по проведению обследования портальных кранов с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации: утв. ВНИИПТМАШ 24.04.98. — М., 1998. — 83 с.

12. *РД 10-112-9—97.* Методические указания по проведению обследования технического состояния подъемников (вышек) с истекшим сроком службы с целью определения вероятности их дальнейшей эксплуатации. Часть 9. Подъемники и автовышки. — М.: ВКТИмонтажстроймеханизация, 1997. — 72 с.

13. *РД РОСЭК-004—97.* Машины грузоподъемные. Контроль капиллярный. Основные положения. — М.: РосЭК, 1998. — 32 с.

14. *РД РОСЭК-006—97.* Машины грузоподъемные. Конструкции металлические. Толщинометрия ультразвуковая. Основные положения. — М.: РосЭК, 1998. — 24 с.

15. *РД РОСЭК-007—97.* Машины грузоподъемные. Контроль вихретоковый. Основные положения. — М.: РосЭК, 1998. — 20 с.

16. *НЦТД-ПС01—07.* Указания по экспертному обследованию подъемных сооружений с истекшим сроком безопасной эксплуатации. — Н. Новгород: ООО «НЦТД», 2007. — 63 с.

17. *ПБ 10-382—00.* Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. — Сер. 10. — Вып. 7. — М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2004. — 288 с.

18. *Соколов С.А.* Металлические конструкции подъемно-транспортных машин: Учеб. пособие. — СПб: Политехника, 2005. — 423 с.

19. *РД-24-112-4Р.* Руководящий документ по оценке остаточного ресурса портальных кранов. — М.; СПб: ОАО «РосЭК», 2004. — 66 с.

20. *РД-24-112-5Р.* Руководящий документ по оценке остаточного ресурса кранов мостового типа. — М.: ВНИИПТМАШ, 2002. — 23 с.

21. *РД ИКЦ «Кран»-007-97—02.* Магнитный контроль напряженно-деформированного состояния и остаточного ресурса подъемных сооружений при проведении обследования и технического диагностирования (экспертизе промышленной безопасности). — М., 1997. — 67 с.

letternew@mail.ru