

УДК 621.87-027.45

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПОДЪЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
В СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ**

**IMPROVING THE SAFETY OF OPERATING LIFTING DEVICES
USED IN CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS**

**Р.Х. Абдрахманов, И.Р. Даутова, З.Д. Хайруллина, Ю.Н. Савичева,
С.В. Зайцева**

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

**Ruslan Kh. Abdrakhmanov, Ivina R. Dautova, Zarina D. Khayrullina,
Yuliya N. Savicheva, Sofiya V. Zaytseva**

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

e-mail: abdrakhmanov0504@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются проблемы повышения уровня безопасности эксплуатации подъемных сооружений с помощью мероприятий, направленных на улучшение процесса экспертного освидетельствования, а также улучшения устройств безопасности. В реальных условиях при эксплуатации подъемных сооружений необходимо точно установить наступление времени, когда должно проводиться экспертное обследование. По истечении нормативного срока службы появляется необходимость реализовывать расчет остаточного ресурса сооружения для того, чтобы определить возможность продления его срока службы. В работе представлены современные методы безопасности, которые используются в настоящее время при эксплуатации подъемных сооружений, применяемых при выполнении строительно-монтажных

работ. Цель исследования – анализ современных средств контроля различных параметров при работе с подъемными сооружениями.

Abstract. In this paper, the problems of increasing the safety level of lifting equipment operation with the help of measures aimed at improving the process of expert examination and improving safety devices are considered. In real conditions during the operation of lifting equipment, it is necessary to accurately establish the time when an expert examination should be carried out. Upon expiration of the standard service life, it becomes necessary to implement the calculation of the structure residual life in order to determine the possibility of extending its service life. The paper presents modern safety methods that are currently used in the operation of lifting equipment used in the construction and installation works. The study purpose is the analysis of monitoring various parameters modern means when working with lifting equipment.

Ключевые слова: подъемные сооружения, безопасность, строительномонтажные работы, нормативный срок службы, экспертное обследование, аварийность, травматизм

Key words: lifting devices, safety, construction and installation works, standard service life, expert inspection, accident rate, injuries

На данный момент Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (ФСЭТАН) [1] осуществляет контроль за более 500 тыс. единиц подъемных сооружений (ПС), которые относятся, по нормам Федерального закона №116 ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [2], к опасным производственным объектам. Надо сказать, что в течение нескольких лет при их эксплуатации имеют место травматизм и аварийность, которые являются часто возникающими ситуациями на опасных производственных

объектах [3]. Кроме того, с 1998 г. существует стабильная тенденция к повышению травматизма при одновременном сокращении их парка [4].

Необходимо отметить, что, согласно статистике о травматизме при эксплуатации подъемных сооружений, средние значения свидетельствуют о возникновении более 700 аварий в год, а также больше 100 человек каждый год получают производственные травмы с летальным исходом [5].

Одна из причин такого положения состоит в том, что обычный период эксплуатации ПС составляет более 28 лет, что в 2 раза выше нормативного. Реальность увеличения периода эксплуатации подъемного сооружения после отработки нормативного срока службы определена достаточно весомыми разбросами ее ресурсов, а также той причиной, что металлоконструкции такого оборудования, как правило, выступают подлежащими ремонту восстанавливаемым ресурсом [6]. Разбросы надежности и срока службы запчастей «старых» подъемных сооружений, определяющие ресурс по критерию усталости, существенно выше, чем прописано в их технической документации, так как на долговременность конструкции воздействуют многообразие способов конструирования, используемых заводскими технологиями, загрузки конструкции в эксплуатации, иные характерные черты для эксплуатации и технического обслуживания таких сооружений. Собственно указанные причины давали возможность достаточно часто рассчитывать на то, что при наработке почти любого срока эксплуатации с той или иной вероятностью отыщется функционирующее подъемное сооружение [7].

Определим, что является *нормативным сроком службы*.

Нормативный срок службы, в первую очередь, выступает экономическим термином, под которым понимается отрезок времени, в ходе которого амортизируется стоимость оборудования. Следует отметить, что ранее нормативный срок службы устаревших ПС, как ресурса, не учитывали [8].

Надо сказать, что проведение оценки остаточной стоимости не имеет самостоятельного значения. Такую работу рационально анализировать как часть экспертной проверки особого типа, которая должна реализовываться после окончания своего срока службы и ответить на вопросы: «Можно ли, чтобы подъемное сооружение и дальше эксплуатировалось? Можно ли разработать регламент такой эксплуатации и оценить остаточную стоимость подъемного сооружения?».

С позиции формальности осуществление *оценки остаточного ресурса* – это процесс нахождения периода, в ходе которого, с установленной вероятностью, техническое состояние сооружения не сможет достичь одного из его предельных состояний.

Предельное состояние подъемных сооружений условно можно классифицировать по нескольким группам (рисунок 1).

Предельное состояние подъемных сооружений характеризуется:



Рисунок 1. Параметры предельного состояния подъемных сооружений [9]

С целью проведения оценки остаточного ресурса допустимо применять экспериментальные, расчетные и экспертные методики, которые базируются на моделях, представленных на рисунке 2.

Экспериментальные, расчетные и экспертные методики для проведения оценки остаточного ресурса, базируются на моделях:

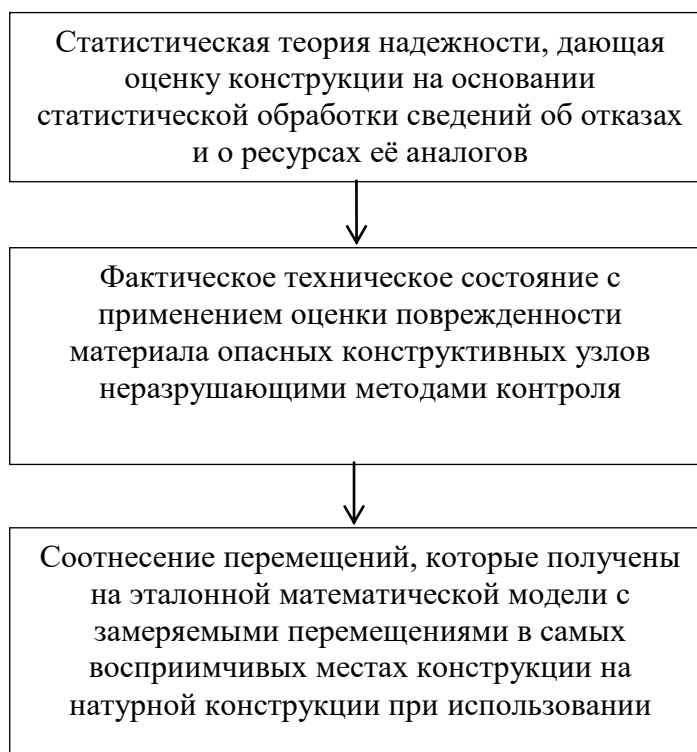


Рисунок 2. Модели оценки остаточного ресурса [10]

В всех абсолютно вариантах нужно принимать во внимание развивающиеся под влиянием циклических нагрузений деградационные процессы, а также в случае, если эксплуатация подъемного сооружения реализуется в специальных условиях (к примеру, в условиях воздействия температуры, радиации и т.д.), то также учитывают процессы, которые приводят к изменению качеств материала.

Экспертное обследование (ЭО) – процесс наиболее сложный, включающий в себя определенные меры (рисунок 3).

Таким образом, экспертное обследование является сложной деятельностью, в которую включается проведение диагностики,

прогнозирования, и в целом опережает проведение капитального ремонта или реконструкцию для удлинения периода службы и восстановления объекта [11].



Рисунок 3. Меры экспертного обследования

Далее рассмотрим *мероприятия по повышению безопасности эксплуатации подъемных сооружений, применяемые при выполнении строительно-монтажных работ.*

Страхование ответственности при использовании подъемного сооружения и его экспертизе.

Страхование выступает одним из эффективных мер по повышению промышленной безопасности и, по нашему мнению, наиболее

эффективным способом, так как относится к экономическим составляющим регулирования рыночных отношений [12].

Объектом страхования в таком случае будут выступать имущественные интересы экспертной компании, сопряженные с обязанностью компенсировать вред, который может быть причинен жизни, здоровью либо имуществу третьих лиц из-за ошибки при реализации экспертизы промышленной безопасности, в порядке, определенными гражданскими правоотношениями [13].

Улучшение методологии оценки риска эксплуатации подъемных сооружений.

Для подъемных сооружений, находящихся продолжительный период в эксплуатации, можно наблюдать деградацию несущей способности, то есть ее уменьшение. Несущая способность в вероятностной постановке представляется индивидуально для определенного объекта.

В данном случае необходимо проводить расчеты ПС с учетом требований безопасности на стадиях разработки, создания и использования, а также для грузоподъемных кранов, которые отработали свой срок службы [14, 15].

Вопрос повышения безопасности при использовании подъемных сооружений с истечением срока службы связан с решением сложных взаимозависимых задач путем осуществления совокупности организационных и технических мероприятий, направленных на установление фактического риска, а также экономической обоснованности дальнейшего использования. Выполнение экспертизы промышленной безопасности, технической диагностики при этом считается необходимым обстоятельством, вследствие которых есть возможность определить истинное состояние подъемных сооружений в данный период времени [16].

Согласно статистической информации ФСЭТАН [1], аварии обычно возникают из-за ошибочных действий человека, но несмотря на это все-

таки самые тяжелые случаи аварий связаны с усталостным разрушением металла конструкции под действием циклических напряжений [17].

Основой к решению исследуемой проблемы может быть применение магнитного контроля. *Магнитный контроль* помогает установить момент скопления рассеянных повреждений, а также переход металла в упруго-пластическое состояние [18]. Применение информации о нынешнем состоянии основных частей металлоконструкций дает возможность находить решения задач по управлению промышленной безопасностью подъемных сооружений на базе анализа риска [16].

На этапе использования подъемных сооружений необходимо обеспечить выполнение условия, что $[Risk]$ больше или равен фактический Risk, так как собственно на стадии эксплуатации подъемных сооружений фактически идет проверка соответствия моделей прочности, надежности, ресурса, безопасности, степени риска, которые применяются на этапах разработки, создания, фактическим условиям использования [19, 20].

Вывод

В работе представлены современные методы безопасности, которые используются в настоящее время при эксплуатации подъемных сооружений, применяемых при выполнении строительно-монтажных работ.

Проведен анализ современных средств контроля различных параметров при работе с подъемными сооружениями. Рассмотренные мероприятия будут способствовать повышению безопасности эксплуатации подъемных сооружений, применяемых при выполнении строительно-монтажных работ.

Список используемых источников

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). URL: <http://www.gosnadzor.ru> (дата обращения: 21.04.2018).
2. Федеральный закон №116 ФЗ. О промышленной безопасности опасных производственных объектов. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 21.04.2018).
3. Красных Б.А. Образование и подготовка в области промышленной безопасности // Безопасность труда в промышленности. 2000. № 12. С. 4-7.
4. Приказ Ростехнадзора № 533. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения». М.: НТЦ ПБ, 2014. 101 с.
5. Актуальные вопросы промышленной безопасности на объектах котлонадзора и подъемных сооружений. URL: <https://gpmliftservis.ru/uploads/files/481b36a2e9ce5ac8929e8c4d9fff01b3.pdf> (дата обращения: 21.04.2018).
6. Бадагуев Б.Т. Безопасная эксплуатация грузоподъемных кранов. М.: Альфа-пресс, 2012. 336 с.
7. Дементьев А.И. Основы безопасности выполнения подъемно-транспортных работ. М.: Дашков и Ко, 2008. 180 с.
8. Экономика и жизнь. Ростехнадзор сокращает список опасных объектов. URL: <https://www.eg-online.ru/article/191874> (дата обращения: 21.04.2018).
9. Панасенко Н.Н. Прочностная надежность металлоконструкций грузоподъемных кранов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2009. Вып. 2. С. 215-222.
10. Котельников В.С. Качественное проведение технического освидетельствования грузоподъемных кранов – залог их безаварийной эксплуатации // Безопасность труда в промышленности. 2001. № 10. С. 2-5.

11. Коровин В. Об избыточности требований Федеральных норм и правил по эксплуатации подъемных сооружений. URL: <http://xnбкcbbb11euaafhazifkg2d5g.xn--plai/articles/detail/article/617> (дата обращения: 21.04.2018).

12. Кофанов А.В. Безопасность труда в строительном комплексе России // Наука. Строительство. Образование, 2011. № 2.

13. Кузьминов А.Л., Голубев А.В., Зеленков Н.Н., Глазунов А.Е. Применение магнитных методов контроля при проведении экспертизы подъемных сооружений // European Science. 2015. № 8 (9).

14. Кирнев А.Д. Строительные краны и грузоподъемные механизмы. Ростов на Дону: Феникс, 2013. 672 с.

15. Общество с ограниченной ответственностью. Измерение. URL: <http://izmerenie.pro/podemnyie-sooruzheniya> (дата обращения: 21.04.2018).

16. Общество с ограниченной ответственностью. Измерение. Подъемные сооружения. URL: <http://izmerenie.pro/podemnyie-sooruzheniya> (дата обращения: 21.04.2018).

17. Шиляев Т.А. Анализ причин аварий и несчастных случаев при использовании кранов // Строительство и архитектура. Опыт и современные технологии. 2015. № 5. С. 1-2.

18. Прохоров В.М. Методы магнитного контроля и оценки остаточного ресурса элементов металлоконструкций подъемных сооружений // Экспозиция Нефть Газ. 2010. № 4. С. 44-48.

19. Панова З.Н. Анализ травматизма и аварийности при эксплуатации грузоподъемных кранов // Вестник КрасГАУ. 2012. № 7. С. 175-176.

20. Умнякова Н.П. Безопасность труда на объектах городского строительства и хозяйства при использовании кранов и подъемников. М.: АСВ, 2007. 176 с.

References

1. *Federal'naya sluzhba po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru (Rostekhnadzor)* [Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision (Rostekhnadzor)]. Available at: <http://www.gosnadzor.ru> (accessed 21.04.2018). [in Russian].
2. *Federal'nyi zakon №116 FZ. O promyshlennoi bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov* [Federal Law No. 116 of the Federal law. On Industrial Safety of Hazardous Production Facilities.]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 21.04.2018). [in Russian].
3. Krasnykh B.A. *Obrazovanie i podgotovka v oblasti promyshlennoi bezopasnosti* [Education and Training in the Field of Industrial Safety]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti – Occupational Safety in Industry*, 2000, No. 12. pp. 4-7. [in Russian].
4. *Prikaz Rostekhnadzora № 533. Ob utverzhdenii Federal'nykh norm i pravil v oblasti promyshlennoi bezopasnosti «Pravila bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob"ektov, na kotorykh ispol'zuyutsya pod"emnye sooruzheniya»* [Order of Rostekhnadzor № 533. About the Approval of Federal Regulations and Rules in the Field of Industrial Safety «Safety Rules of Dangerous Production Facilities on which Lifting Constructions Are Used»]. Moscow, JSC «STC «Industrial Safety», 2014. 101 p. [in Russian].
5. *Aktual'nye voprosy promyshlennoi bezopasnosti na ob"ektakh kotlonadzora i pod"emnykh sooruzhenii* [Topical Issues of Industrial Safety at the Facilities of the Boiler and Lifting Facilities]. Available at: <https://gpmliftservis.ru/uploads/files/481b36a2e9ce5ac8929e8c4d9fff01b3.pdf> (accessed 21.04.2018). [in Russian].
6. Badaguev B.T. *Bezopasnaya ekspluatatsiya gruzopod"emnykh kranov* [Safe Operation OF Cranes]. Moscow, Al'fa-press Publ., 2012. 336 p. [in Russian].

7. Dement'ev A.I. *Osnovy bezopasnosti vypolneniya pod'emno-transportiruyushchikh rabot* [Security Framework Implementation of Lifting-Transport Works]. Moscow, Dashkov i Ko Publ., 2008. 180 p. [in Russian].

8. *Ekonomika i zhizn'. Rostekhnadzor sokrashchaet spisok opasnykh ob'ektov* [Economy and Life. Rostekhnadzor Reduces the List of Dangerous Objects]. Available at: <https://www.eg-online.ru/article/191874> (accessed 21.04.2018). [in Russian].

9. Panasenko N.N. Prochnostnaya nadezhnost' metallokonstruktsii gruzopod'emnykh kranov [Strength Reliability of Steel Structures of Cranes]. *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki – Izvestiya Tula State University*, 2009, Issue 2, pp. 215-222. [in Russian].

10. Kotel'nikov V.S. Kachestvennoe provedenie tekhnicheskogo osvidetel'stvovaniya gruzopod'emnykh kranov – zalog ikh bezavariinoi ekspluatatsii [High-Quality Technical Inspection of Cranes Is the Key to Their Trouble-Free Operation]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti – Occupational Safety in Industry*, 2001, No. 10, pp. 2-5. [in Russian].

11. Korovin V. Ob izbytochnosti trebovaniy Federal'nykh norm i pravil po ekspluatatsii pod'emnykh sooruzheniy [About Redundancy of Requirements of Federal Regulations and Rules on Operation of Lifting Constructions]. Available at: <http://xn6kcbbb11euafhazifkg2d5g.xn--p1ai/articles/detail/article/617> (accessed 21.04.2018). [in Russian].

12. Kofanov A.V. Bezopasnost' truda v stroitel'nom komplekse Rossii [Labor Safety in the Construction Complex of Russia]. *Nauka. Stroitel'stvo. Obrazovanie – Science. Construction. Education*, 2011, No. 2. [in Russian].

13. Kuz'minov A.L., Golubev A.V., Zelenkov N.N., Glazunov A.E. Primenenie magnitnykh metodov kontrolya pri provedenii ekspertizy pod'emnykh sooruzheniy [Application of Magnetic Methods of Control during the Examination of Lifting Structures]. *European Science – European Science*, 2015, No. 8 (9). [in Russian].

14. Kirnev A.D. *Stroitel'nye kраны i грузопод"emnye mekhanizmy* [Construction Cranes and Lifting Mechanisms]. Rostov-on-don, Phoenix Publ., 2013. 672 p. [in Russian].

15. Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu. *Izmerenie* [Limited Liability Company. Measurement.]. Available at: <http://izmerenie.pro/podemnyie-sooruzheniya/> (accessed 21.04.2018). [in Russian].

16. Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu. *Izmerenie. Pod"emnye sooruzheniya* [Limited Liability Company. Measurement. Lifting Facilities.]. Available at: <http://izmerenie.pro/podemnyie-sooruzheniya> (accessed 21.04.2018). [in Russian].

17. Shilyaev T.A. *Analiz prichin avarii i neschastnykh sluchaev pri ispol'zovanii kранов* [Analysis of the Causes of Accidents and Accidents When Using Cranes]. *Stroitel'stvo i arkhitektura. Opyt i sovremennye tekhnologii – Construction and Architecture. Experience and Modern Technologies*, 2015, No. 5, pp. 1-2. [in Russian].

18. Prokhorov V.M. *Metody magnitnogo kontrolya i otsenki ostatochnogo resursa elementov metallokonstruktsii pod"emnykh sooruzhenii* [Methods of Magnetic Control and Evaluation of Residual Life of Elements of Metal Structures of Lifting Structures]. *Ekspozitsiya Neft' Gaz – Exposition Oil & Gas*, 2010, No. 4, pp. 44-48. [in Russian].

19. Panova Z.N. *Analiz travmatizma i avariinosti pri ekspluatatsii грузопод"emnykh kранов* [Analysis of Injuries and Accidents in the Operation of Cranes]. *Vestnik KrasGAU – The Bulletin of KrasGAU*, 2012, No. 7, pp. 175-176. [in Russian].

20. Umnyakova N.P. *Bezopasnost' truda na ob"ektakh gorodskogo stroitel'stva i khozyaistva pri ispol'zovanii kранов i pod"emnikov* [Safety of Work on Objects of City Construction and Economy at Use of Cranes and Elevators]. Moscow, ACB Publ., 2007. 176 p. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Абдрахманов Руслан Хайдарович, студент кафедры «Нефтехимия и химическая технология», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Ruslan Kh. Abdrakhmanov, Student of Petrochemistry and Chemical Technology Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: abdrakhmanov0504@mail.ru

Даутова Ильвина Рамилевна, студент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Ilvina R. Dautova, Student of Industrial Safety and Labor Protection Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: dautova.ilvina@mail.ru

Хайруллина Зарина Динаровна, студент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Zarina D. Khairullina, Student of Industrial Safety and Labor Protection Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: Ms.zarinah@mail.ru

Савичева Юлия Николаевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Yuliya N. Savicheva, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Industrial Safety and Labor Protection Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: ufa.savijulia@gmail.com

Зайцева София Викторовна, школа № 44, г. Уфа, Российская Федерация
Sofiya V. Zaytseva, school No 44, Ufa, Russian Federation

e-mail: moyschool44@yandex.ru