

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ РЕГИСТРАТОРА ПАРАМЕТРОВ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ АВАРИИ БАШЕННОГО КРАНА QTZ160

*Горелов В.Н.*

*Самарский государственный технический университет, г. Самара*

**Ключевые слова:** авария, башенный кран, регистратор параметров, расследование, механические характеристики, образцы.

**Аннотация.** При строительстве жилого дома произошло разрушение секции башни башенного крана и падение металлоконструкции. При расследовании технических причин аварии использованы данные регистратора параметров и механические характеристики образцов, вырезанных из разрушенной секции. Определены основные технические причины, приведшие к данной аварии башенного крана.

## EXPERIENCE IN THE APPLICATION OF THE DATA LOGGER PARAMETERS IN THE INVESTIGATION OF THE ACCIDENT OF TOWER CRANE QTZ 160

*Gorelov V.N.*

*Samara state technical university, Samara*

**Keywords:** accident, tower crane, Registrar of the parameters of the investigation, mechanical properties of the samples.

**Abstract.** During the construction of a residential building there was a destruction of the tower section of the tower crane and the fall of the metal structure. When investigating the technical causes of the accident, the data of the parameter recorder and the mechanical characteristics of the samples cut from the destroyed section were used. The main technical reasons which led to this accident of the tower crane are defined.

При строительстве многоэтажного жилого дома в г. Самаре 24.10.2018 произошло падение башенного крана QTZ160, учетный №13511, заводской №ТС20140828026. Изготовило данный кран ООО Шандунский машиностроительный завод «Вань Фен», г. Вэйхай, КНР в 2014 году.

Фактически кран находился в работе менее 4-х лет, и поэтому экспертиза промышленной безопасности данного крана не проводилась.

При повороте стрелы разрушились стойки секции башни в районе крепления откосов, и кран упал в сторону противовеса. В результате падения погиб машинист крана, были разрушены металлоконструкции крана, башня, стрела, оголовок и консоль противовеса, повреждены три автомобиля, на которые упал кран (рис. 1).

Для расследования причин данной аварии, на основании требований главы II, статьи 12, Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.07.97г. [1], и п.18

«Порядка проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19.08.2011г. № 480, было проведено обследование подъемного сооружения, после аварии, осмотрено место аварии, считаны и расшифрованы показания регистратора, проверено техническое состояние узлов и оборудования башенного крана, определены технические причины аварии башенного крана QTZ160.



Рис. 1. Место после аварии башенного крана QTZ160

Кран был оснащен регистратором параметров его работы ОНК-160Б-87 зав. № 4070174, установленный на кран 14.01.2015г.



СтЗПС ГОСТ 14637-89. В паспорте крана марка стали, из которой изготавливалась секция указана Q235B.

Марка стали ОПУ соответствует стали 60Г ГОСТ 14959.

Марка стали шарика ОПУ соответствует стали ШХ15 ГОСТ 801.

Для проведения испытаний на растяжение из вертикальных опор секции, которая была разрушена, были вырезаны образцы прямоугольной формы с размерами 200x40x12 мм.

Испытания проводились при температуре 20<sup>0</sup>С на испытательной машине «Инстрон». Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Табл. 1.

№ образца	Описание	Предел прочности $\sigma_B$ , МПа	Деформация при достижении предела прочности, %	Деформация при разрушении, %
1	Образец из разрушенной секции	540	35	53
2	Образец из разрушенной секции	524	35	56,7
3	Образец из секции, которая не подвергалась нагружению	506	21	36,7
4	Образец из секции, которая не подвергалась нагружению	488	14,5	27,05
5	Образец из СтЗ круглого сечения	447	13,9	19,2

Средняя твердость поверхности образцов составляет 200НВ.

Ударная вязкость КСУ при температуре 20<sup>0</sup>С составляет 33 кДж/см<sup>2</sup>

Сталь, из которой изготовлена разрушенная секция по механическим характеристикам соответствует стали СтЗПС. Это подтверждает и спектральный анализ образца металла. Изменений механических характеристик в исследуемых образцах типа упрочнения и нагартовки или охрупчивания не выявлено.

Анализ места излома показывает характерные признаки зарождения и развития трещины малоциклового усталости. От воздействия циклических нагрузок, близких к пределу текучести материала возникла трещина (гладкий и блестящий участок сечения (рис. 3). Далее она росла до момента потери прочности всего сечения стойки (рыхлый зернистый участок). Причем начало трещины расположено у места крепления проушин для откосов. Это место начала сварного шва для проушины, и оно является концентратором напряжений.

Согласно РД 22-16-2005 и [3] сталь марки СтЗПС не используется для труб квадратного профиля с толщиной стенки 12 мм (стойки секции, которые были разрушены) при изготовлении стоек секций башенного крана.

Разрушение стоек секции произошло от недопустимых циклически повторяющихся нагрузок (малоцикловая усталость металла). Это подтверждается характерными дефектами опорно-поворотного устройства (ОПУ). На дорожках качения выявлены значительные следы от вдавливания шариков (до 10 мм диаметром и глубиной до 1,5 мм), сколы и расслоения участков дорожек качения (рис. 4). На телах качения (шариках) выявлены участки деформированной поверхности.



Рис. 3. Развитие усталостной трещины

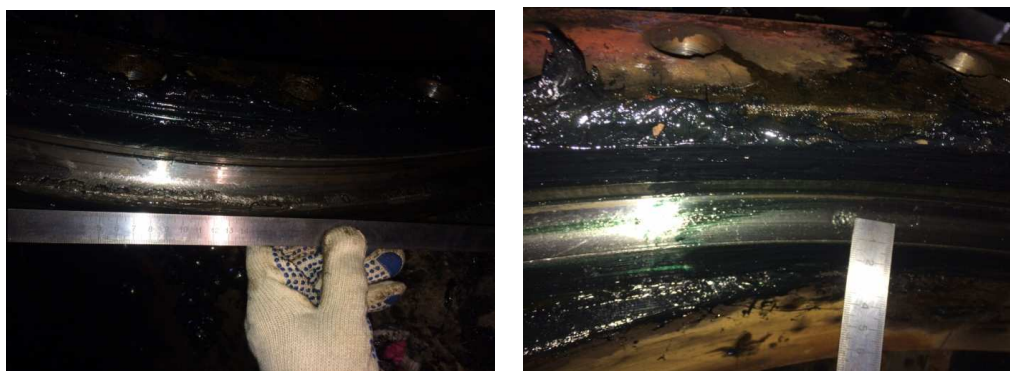


Рис. 4. Дефекты дорожки качения опорно-поворотного устройства

По данным регистратора параметров выявлена неправильная настройка (ошибки вылета) ограничителя грузоподъемности ОНК-160Б и периодическая работа в режиме «НАСТРОЙКА». Такая работа позволяла перегружать кран без блокировки движений.

Материал, из которого изготовлено ОПУ – сталь 60Г, тела качения (шарики) – сталь ШХ15 (по данным спектрального анализа образца металла, вырезанного ОПУ). Твердость тела качения (шарика) составляет 65HRC.

Визуальным осмотром установлено, что редукторы механизмов подъема груза, передвижения каретки и поворота находятся в работоспособном

состоянии. Смазка присутствует. На зубьях шестерни второй ступени редуктора подъема груза выявлены следы абразивного износа. Это говорит об интенсивной работе механизма подъема груза на высоких скоростях.

По результатам проведенных исследований определены основные технические причины разрушения секции башни крана.

1. Разрушение секции башни произошло в момент, когда нагрузка на кран не превышала допустимую и составляла не более 33% от максимальной на данном вылете (по данным регистратора параметров).

Кадр 7155; время 10ч. 23мин. 23сек.; высота подъема груза 39,68м; вылет 21,8м; вес 0,31т; момент загрузки 4%, азимут 241,8 градусов; скорость ветра 4,6м/с. Вес за 10 секунд до падения был 2,37т (рис. 2).

2. Материал, из которого изготовлена разрушенная секция, является аналогом стали СтЗПС с аналогичным химическим составом и механическими характеристиками. Данная сталь китайского производства не выдерживает многочисленные кратковременные перегрузки, растрескивается и разрушается.

3. Разрушение стоек секции произошло от недопустимых циклически повторяющихся нагрузок (малоцикловая усталость металла). Это подтверждается дефектами ОПУ.

4. Кран периодически подвергался перегрузкам из-за неисправности ограничителя грузоподъемности ОНК-160Б.

Участившиеся аварии подъемных кранов (особенно башенных), возникают в том числе и в виду ослабления Российского законодательства в области промышленной безопасности, касающегося организации эксплуатации подъемных сооружений. Эти объекты отнесены к 4 классу опасности и не предусматривают плановых проверок со стороны Ростехнадзора. Целесообразно изменить Федеральные нормы и правила в области опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения [2] с целью повышения ответственности как владельцев башенных кранов, так и эксплуатирующих организаций, присвоив этим техническим устройствам как минимум 3 класс опасности.

#### **Список литературы**

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015). – Документ предоставлен КонсультантПлюс [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
2. Федеральных нормы и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения". – Документ предоставлен КонсультантПлюс [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
3. Справочник по кранам. Т.1 / под ред. М.М. Гохберг. – М.: Машиностроение, 1988. – 536 с.
4. Горелов В.Н. Системы безопасности грузоподъемных машин. – Самара: Самар. гос. тех. ун-т, 2014. – 446с.

#### **References**

1. Federal law No. 116-FZ "On industrial safety of hazardous production facilities" (edited on 13.07.2015). – Document provided by Konsultantplyus [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).

2. Federal rules and regulations in the field of industrial safety "safety Rules of hazardous production facilities, which are used lifting facilities". Document provided by Konsultantplyus www.consultant.ru.
3. Guide to cranes. Vol. 1 / ed. by M.M. Gokhberg. – M.: Mechanical Engineering, 1988. – 536 p.
4. Gorelov V.N. Safety systems of hoisting machines. – Samara: Samar. state tech. un-ty, 2014. – 446p.

*Сведения об авторах:*

*Information about authors:*

**Горелов Владимир Николаевич** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Механика», Самарский государственный технический университет, г. Самара, Российская Федерация, gorelow67@mail.ru

**Gorelov Vladimir Nikolaevich** – candidate of technical sciences, associate professor of Departament "Mechanics", Samara state technical university, Samara, Russian Federation, gorelow67@mail.ru

*Получена 09.07.2019*