

# Опыт модернизации освещения ремонтного комплекса

**В.М. Осипов**

советник генерального директора ЗАО "ПО "Электроточприбор"

**На основе анализа требований к системе освещения объектов ремонтной бригады произведен выбор серии светильников, комплексно решающих поставленную задачу. С помощью моделирования осветительной установки на ПК оптимизировано расположение светильников. Приведены параметры освещенности различных устройств, обеспечивающие выполнение требований Правил безопасности.**

## Материалы и методы

Анализ документов и протоколов. Моделирование освещенности в DiaLux с использованием ies-файлов\*, полученных с помощью цифрового гониофотометра. Оптимизация размещения светильников и контрольное моделирование освещения.

## Ключевые слова

Освещение, осветительная установка, нормы освещенности, моделирование светораспределения

Бригады по ремонту скважин работают в непрерывном режиме, в любое время суток и в любую погоду. Но если добывающие скважины работают под контролем автоматики, то ремонт скважин обеспечивается ручным трудом с использованием вспомогательных механизмов, а значит требует создания условий для качественной и безаварийной работы. Одним из важнейших условий безопасности работ по ремонту скважин является обеспечение качественного освещения на рабочей площадке.

В одном добывающем управлении может быть до 200 ремонтных бригад.

Универсальный штатный комплект оборудования ремонтной бригады включает в себя:

- агрегат подъемный для ремонта скважин АПР-60/80;
- устройство намотки/размотки кабеля УНРКГ-2М;
- автоцистерну с буровым раствором АЦ-32;
- мостки приемные для штанг/труб;
- передвижной вагончик-мастерскую.

При стандартной расстановке на кусте скважин ремонтный комплекс занимает площадь около 400 м<sup>2</sup>.

Все осветительное оборудование должно иметь взрывобезопасное исполнение, причем осветительные устройства, размещенные на подъемном агрегате, должны питаться от сети напряжением 24 В, питание остальных светильников - от сети переменного тока напряжением 230 В.

Штатное осветительное оборудование состоит из 5 светильников с люминесцентными лампами на подъемном агрегате, 4-6 светильников с газоразрядными лампами,

монтируемыми на крыше мастерской для освещения приемных мостков и светильников с лампами накаливания для освещения рабочих мест у устройства намотки/размотки и цистерны с раствором. Освещение талевого блока, предусмотренное статьей 1009 Правил [1], отсутствует в серийно выпускаемых агрегатах АПР вовсе.

На практике на всех рабочих местах показатели освещенности не соответствуют требованиям Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности. Газоразрядные лампы нельзя выключать при температурах ниже минус 30°C, а люминесцентные лампы повторно не включаются уже при минус 5°C. При этом световой поток этих источников света при отрицательных температурах снижается на 30–50% от измеренного (пронормированного) в нормальных условиях [2].

Если к этому добавить достаточно частую необходимость замены вышедших из строя ламп, что приводит к простоям, то становится понятной задача повышения качества освещения и надежности светильников даже ценой увеличения начальных затрат. Это заставило специалистов ООО "КРС Евразия", специализирующуюся на ремонте скважин, начать поиск технического решения данной задачи.

Исходными посылами явились:

- осветительное взрывобезопасное оборудование должно надежно работать и включаться при температурах до минус 60°C;
- оно должно иметь исполнения на 24 и 220 В;
- оно должно обеспечивать выполнение требований Правил безопасности по освещенности рабочих мест на агрегатах по ремонту скважин для текущего и капитального

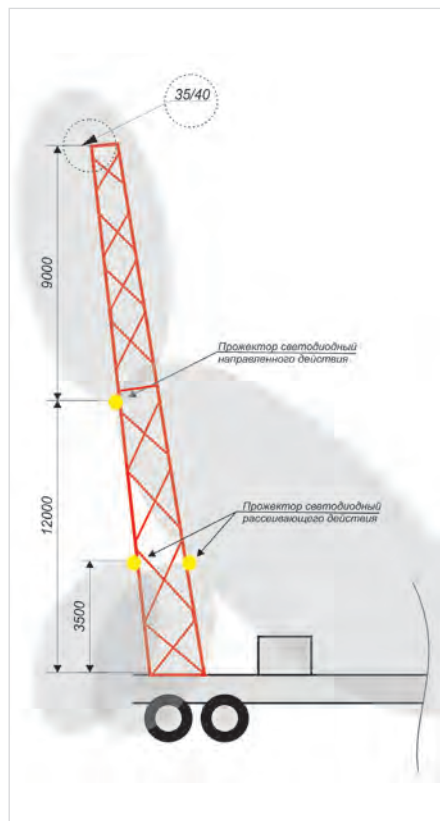


Рис. 1. Размещение светильников на мачте после оптимизации

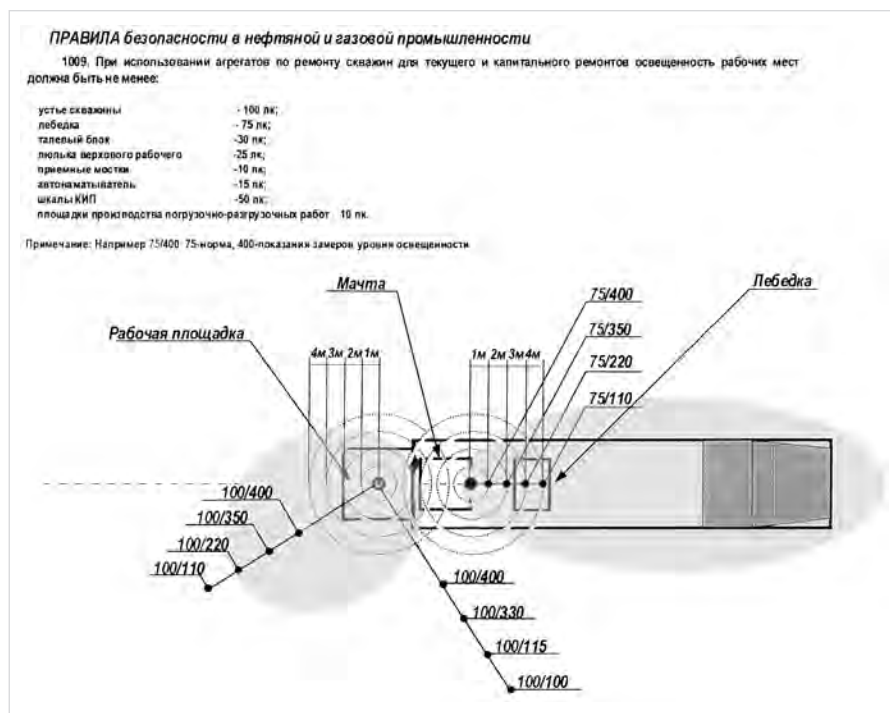


Рис. 2. Расчетная освещенность рабочих зон подъемного агрегата

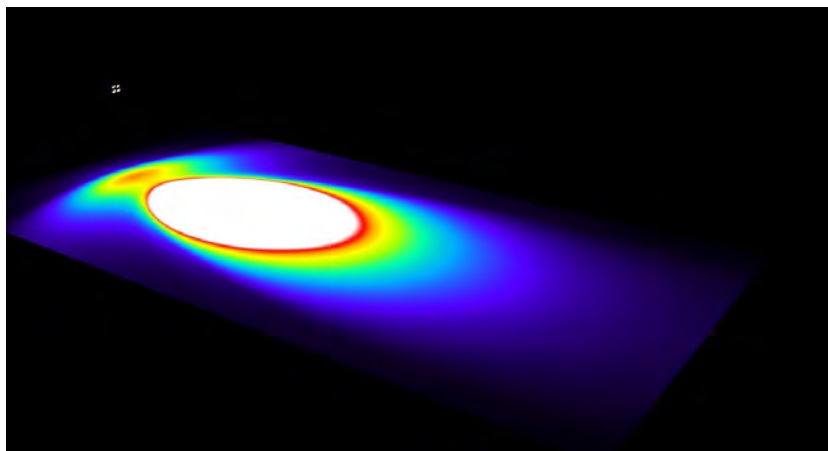
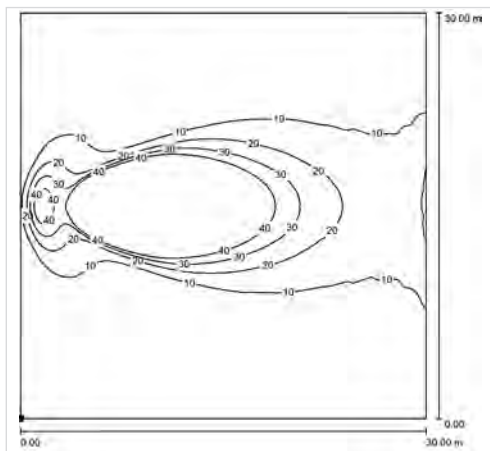


Рис. 3. Освещение мостков: а) диаграмма освещенности; б) визуализация диаграммы.

ремонт;

- монтаж светильников на объекте должен позволять подстройку диаграммы освещенности под конкретную конфигурацию размещения технических средств;

- все светильники должны быть одного производителя для упрощения эксплуатации.

После рассмотрения опыта эксплуатации различных типов взрывобезопасных светильников на объектах нефте- и газодобычи на промыслах Западной Сибири, изучения технической документации, сертификатов и протоколов светотехнических испытаний были выбраны светодиодные светильники серии ССП01-5М1, опыт эксплуатации которых на передвижных буровых установках показал их высокую электрическую и механическую надежность.

Выбранные светильники имеют при одинаковых конструктивных исполнениях широкий диапазон питающих напряжений от 18 до 300 В и мощностей от 15 до 50 Вт. Наличие набора светорассеивателей и линз позволяет формировать практически любую диаграмму светораспределения как для отдельного светильника, так и для осветительной установки на их основе, а встроенная распределительная коробка имеет 1 или 2 кабельных ввода, что удобно для транзитного соединения. Светильники имеют уровень взрывозащиты 1 Ex d mb IIB T5 Gb, протоколы испытаний на ЭМС и светотехнические параметры, а предприятие-изготовитель имеет большой опыт разработки и производства изделий во взрывобезопасном исполнении.

Для предприятий, работающих в регионах с низкими температурами, особенно важны такие достоинства светодиодных светильников [3]:

- быстрое включение при температурах ниже минус 30 °С, на что способны только лампы накаливания и светодиодные источники света;

- отсутствие влияния изменения напряжения питания на величину светового потока;

- высокая прочность к воздействию ударов и вибраций;

- срок службы правильно сконструированного светильника более 50000 часов до снижения светового потока на 20%;

- спектральная характеристика белых светодиодов дает наилучшую различимость

объектов при сумеречном видении, что повышает реальные (видимые) люмены по сравнению со всеми другими источниками света.

Специалисты заказчика дали предложения по выбору мощностей светильников и размещению их на мачте подъемника основываясь на существующей расстановке светильников. В традиционных ламповых светильниках производство источников света, пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) и арматуры (корпуса светильника с защитными элементами) разделено между 2–3 предприятиями, поэтому каждое предприятие отвечало только за свою работу. У производителей светильников на светодиодах за все электрические и световые параметры отвечает конечный производитель. Появление светильников на мощных светодиодах, представляющих собой точечные источники света, позволило с достаточной точностью рассчитывать ход лучей по законам линейной оптики. Испытания световых параметров таких светильников на гониофотометрах с цифровой обработкой результатов измерений дает возможность получить iес-файлы\*, с использованием которых в специальных программах для ЭВМ можно рассчитать освещенность в произвольной точке пространства при заданном размещении одного или нескольких светильников. Расчет освещенности на ПК на основе iес-файлов показал возможность оптимизации осветительной установки по мощности и местам размещения. В результате была принята в работу схема размещения, приведенная на рис. 1.

Для освещения рабочей площадки были выбраны два светильника мощностью 30 Вт с матовым рассеивателем для исключения случайного ослепления, размещенные на высоте 3,5 м от площадки. Для освещения зоны лебедки использован светильник мощностью 50 Вт с таким же рассеивателем. Для освещения тальблока и захвата использован светильник на 50 Вт с концентрированным световым потоком, размещенный на верхнем краю нижней секции мачты. Все светильники на рабочем напряжении 24 В постоянного тока. Распределение освещенности на рабочей площадке и у лебедки в сравнении с заданными Правилами безопасности показано на рис. 2.

Для освещения рабочих мест у устройств намотки и цистерны использованы

светильники мощностью 15 Вт с матовым рассеивателем.

Осветительная установка для освещения мостков и прилегающей территории состоит из несущей рамы из труб, на которой могут размещаться от 4 до 9 светильников, и несущей стойки из трубы большого диаметра. Применение рамы из труб позволяет, используя штатное крепление светильника, изменять направление светового луча в двух плоскостях. Пример распределения освещенности при использовании в осветительной установке 4 светильников мощностью 50 Вт показан на рис. 3.

Следует указать, что различимость всех элементов на объекте зависит от эффективных люменов (PLm), которые для светодиодных светильников с диапазоном цветовой температуры от 4000 до 5500 К увеличиваются с коэффициентом 2,42 от измеренных [4].

По подобной схеме уже переоборудовано несколько десятков ремонтных бригад. Полученный опыт подтверждает надежность использованного оборудования и существенное улучшение качества освещения рабочих мест.

\* iес-файл — формат файла с фотометрическими данными. Создан для передачи фотометрических данных световых приборов между разными светотехническими компьютерными программами. Формат разработан Светотехническим Обществом Северной Америки

#### Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Серия 08. Выпуск 19. М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. 288 с.
2. Справочная книга по светотехнике. Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. 972 с.
3. Осипов В.М. Электрические источники света и светильники. Опыт критического анализа // Экспозиция Нефть Газ. 2015. №4. С. 99–101.
4. CIE 191^2010 Recommended System for Mesopic Photometry Based on Visual Performance. Vienna. 2010.