



## Светильники забойные типа СЗ для очистных и проходческих забоев

Приведены результаты работ по созданию и внедрению светодиодных светильников для очистных, проходческих забоев и стационарного оборудования. Указаны их конструктивные особенности и эксплуатационные преимущества.

Очистные выработки, оборудованные механизированными комплексами, проходческие комплексы и комбайны в соответствии с Правилами безопасности (ПБ) в угольных шахтах [1] должны оснащаться светильниками. Данное требование обусловлено тем, что отсутствие освещения в очистных и проходческих забоях снижает безопасность работ, повышает травматизм, ухудшает условия и производительность труда. Одна из причин, по которой это требование не выполняется, – для освещения очистного забоя отсутствуют современные компактные светодиодные светильники малых габаритов и потребляемой мощности. Из табл. 1, в которой приведены наиболее распространенные светильники на рынке Украины, видно, что одни из них обладают значительными габаритами и высокой потребляемой мощностью, и это не позволяет их размещать в секциях механизированных крепей, предназначенных для отработки тонких пластов, а также использовать для освещения длинных очистных забоев. Другие светильники с относительно компактными габаритами имеют низкую надежность, не обеспечивающую применение в шахтных условиях. Освещение на очистных

комбайнах отечественного производства вообще отсутствует.

Не в полном объеме решены вопросы с освещением призабойного пространства комбайновых подготовительных выработок. Ранее использовались фары типа ФВУ1К, выпускаемые ОАО «Харьковский машиностроительный завод «Свет шахтера», или осветительные установки. Фары запитывались искроопасным напряжением 36 В, что в настоящее время не соответствует требованиям нормативов по безопасности [2]. В установке освещения горных машин УОГМ и аппаратуре освещения АО (табл. 2) используют искробезопасные источники питания, однако использование в качестве источников света ламп накаливания и люминесцентных ламп не позволяет производителям изготовлять освещение в особовзрывобезопасном исполнении, а использование люминесцентной лампы резко усложняет схему светильника и снижает его надежность, на которую также сильно влияет наличие нитей накаливания в лампах.

В связи с этим актуально создание надежных, экономичных, малогабаритных, выполненных на современном техническом уровне светильников.



**А. В. МЕЗНИКОВ,**  
инж.  
(ГП «Донгипроуглемаш»)



**Р. А. КУДЛАЙ,**  
инж.  
(ГП «Донгипроуглемаш»)

В 2010 г. институт «Донгипроуглемаш» приступил к разработке типажного ряда светильников забойных СЗ для механизированных крепей, стационарного оборудования, конвейерных линий, проходческих и очистных комбайнов. В зависимости от назначения и условий эксплуатации светильники обладают разными световыми параметрами, уровнем и видом взрывозащиты, габаритными размерами, мощностью, способом монтажа и подключения, а некоторые из них имеют дополнительные функции для расширения потребительских свойств. Типажный ряд насчитывает 12 исполнений. Анализ рынка осветительной аппаратуры показал, что наиболее перспективный источник света в части коэффициента по-



Таблица 1

Параметр	ССВ-127-10 (ООО ЗНА «Лидер Электрик», Украина)	СЗВ-1. 2МС-220	СЗВ-1. 2М-02 220	Светильник из комплекта		НА-SI.EP (Hamacher, Германия)
		ООО «Прокопьевский завод светотехники», Россия		АО-04 (ОАО «ДЭЗ», Украина)	У003.3 (ПАО «ЭЛ- МИС», Украи- на)	
Источник света	Светодиоды			Люминесцентная лампа		
Номинальное напряжение питания переменного тока частотой (50±1) Гц, В	127	220	220	220	220	220
Предельное отклонение питающего напряжения, %	+90 -20	+35 -30	Н. д.	±20	±30	±20
Потребляемая мощность, Вт, не более	10	15	22	10	10	28
Освещенность от светильника на расстоянии 3 м на площади 2 м <sup>2</sup> , лк, не менее	Н. д.	Н. д.	Н. д.	2	2	Н. д.
Необходимость использования тройника при монтаже	-	-	-	+	+	-
Габаритные размеры, мм, не более: светильника тройника	240×185×175 -	265×120×260 -	265×120×260 -	270×180×110 220×180×90	220×200×100 280×180×84	194×194×147 -
Масса, кг, не более: светильника тройника	3,5 -	5,5 -	5,4 -	5,1 6,3	5,0 6,5	10 -
Уровень и вид взрывозащиты	PB 1B	PB 1B	PB 1B	PB 1B	PB 1B	Н. д.
Недостатки	Большие габариты	Большие потребляемая мощность и габариты	Низкая надежность и сложность пускового устройства			Низкий срок службы ламп, большие потребляемая мощность, габариты и масса

Примечание. Н. д. – нет данных.

лезного действия, освещенности, стоимости и срока службы – сверхъяркий светодиод белого света. Исходя из этого, во всех светильниках типа СЗ применен данный тип светодиодов.

Светильники забойные СЗ (рис. 1) предназначены для освещения рабочей зоны очистного забоя, оборудованного механизированной крепью, СЗ-01 – электрооборудования энергопоезда очистного участка, СЗ-02 – стационарного оборудования и конвейерных линий. Рассчитаны для эксплуатации в угольных шахтах, опасных по газу или пыли, при температуре внешней среды от -5 до +35 °С и относительной влажности воздуха (98±2) % с конденсацией влаги при температуре 35 °С. Основные параметры светильников приведены в табл. 3.

Все светильники дают рассеянный световой поток с углом освещения 110° и имеют одинаковый корпус, представляющий собой стальную взрывонепроницаемую оболочку сварной конструкции, которая снабжена двумя кабельными вводами для подключения питающего кабеля и отходящего в целях обеспечения передачи питающего напряжения последующим светильникам, что позволяет их использовать без тройников.



Рис. 1. Светильник забойный (СЗ, СЗ-01, СЗ-02).



Таблица 2

Параметр	Аппаратура типа АО (ОАО «ДЭЗ»)	Установка УОГМ (ПАО «ЭЛМИС»)	Комплекс КУО (ЗАО НПП «МЗША»)
Напряжение питающей сети (частота 50 Гц ± 1 Гц), В	127 – 220	36	36
Предельное отклонение питающей сети от номинального значения, %	±20	±30	+10/ – 15
Номинальное выходное напряжение блока питания, В	11	12	12
Освещенность, лк, не менее: от фары на расстоянии 5 м на площади 5,8 м <sup>2</sup> от светильника на расстоянии 3 м на площади 2 м <sup>2</sup>	10 2	10 2	10 2
Тип источника света: фары светильника	Галогеновая лампа Люминесцентная лампа		Светодиоды Светодиоды
Уровень и вид взрывозащиты: выходных цепей блока питания фары светильника	Иа РВ 1В Иа РВ 1В Иа	Иа РВ 1В Иа РВ 1В Иа	Иа Н. д. Н. д.
Габаритные размеры (длина, ширина, высота), мм, не более: блока питания фары светильника	220×100×100 230×200×180 260×190×185	240×195×80 215×190×138 250×90×90	260×210×90 225×190×140 250×90×90
Масса, кг, не более: блока питания фары светильника	1,8 7,5 8,2	3 8 5	2,2 6 6
Количество исполнений: светильников фары	2 2	1 1	1 1
Комплект поставки – вариант 1 (2), шт.: блока питания фары светильника	1 (1) 1 (0) 2 (4)	2 (2) 2 (2) 4 (6)	1 (Н. д.) 2 (Н. д.) 5 (Н. д.)

Пр и м е ч а н и е. Н. д. – нет данных.

Передняя часть корпуса светильника закрыта съемной крышкой со светопропускающим элементом, выполненным из поликарбоната. Крышка закреплена на корпусе шестью винтами, головки которых сделаны под специальный ключ. Внутри корпуса светильника установлена выемная часть, состоящая из трех узлов, соединенных между собой:

алюминиевой пластины с закрепленными на ней светодиодами;

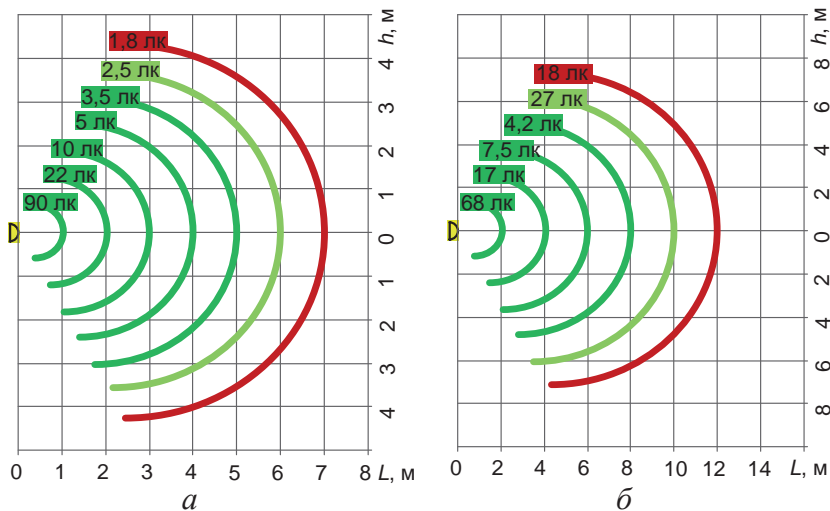
электронного блока для подачи низковольтного напряжения питания на светодиоды и его гальванической развязки от сетевого напряжения;

платы клеммника, предназначенной для подключения светильника к питающей сети (клеммы сдвоенные – для транзитной подачи напряжения питания от светильника к светильнику).

Низкая потребляемая мощность светильников типа СЗ позволяет подключить к одному источнику питания типа ИПШ до 125 светильников посредством кабеля сечением жил 6 мм<sup>2</sup>. При этом выполняются требования к токам короткого замыкания на длинных линиях.

Для определения уровня освещенности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к освещению подземных горных выработок [3], в лабораторных условиях измеряли освещенность в зависимости от расстояния и угла. Результаты приведены в виде семейства кривых на рис. 2.

На основании полученных результатов смоделировали кривую освещенности на почве в местах прохода при установке светильников на каждую вторую секцию крепи типа ДМ (рис. 3). Светильник устанавливали на двухстоечной крепи ДМ под углом 15° к вертикальной



**Рис. 2.** Уровень освещенности, создаваемый светильниками типа СЗ в зависимости от расстояния  $L$  до светильника и отклонения от оси свечения  $h$ : а – для СЗ, СЗ-01, СЗ-08; б – для СЗ-02.

оси (регулировка угла светильника от 0 до 15°). При этом мощность вынимаемого пласта составила 1 м. Освещенность на границе светового потока примерно в 3 раза ниже, чем на световой оси. На рис. 3, а, совмещенном с графиком, видно, что «темные зоны» отсутствуют, уровень освещенности соответствует установленным требованиям. Чаше устанавливать светильники (на каждую секцию) нерационально с экономиче-

ской точки зрения, к тому же это потребует более мощного источника питания, кабеля большего сечения для питания светильников, что увеличит стоимость системы освещения. Таким образом, для освещения очистного забоя протяженностью 300 м, состоящего из 200 секций, необходим 101 светильник типа СЗ (плюс один светильник в конце лавы для устранения «темной зоны» на сопряжении со штреком).

При разработке светильников большое внимание уделяли не только основным параметрам (габаритные размеры, потребляемая мощность, световой поток), но и детализации всех элементов конструкции, которые в значительной степени влияют на безопасность, надежность, долговечность и удобство эксплуатации в реальных шахтных условиях. Опыт создания устройств освещения [4] показывает, что для обеспечения освещения забоев протяженностью более 200 м невозможно использовать напряжение питания 127 В без нарушения Правил безопасности. Несмотря на это, многие производители продолжают выпускать светильники именно с таким напряжением питания. Часть производителей, которые недавно начали изготавливать рудничные светильники, не имея опыта работы с горношахтным оборудованием, производят их на базе технических решений, используемых в бытовых и общепромышленных светильниках. В результате появилось много светильников с однофазной схемой питания и пусковым током в несколько раз превышающим номинальный. Такой подход крайне затрудняет их использование в шахте без нарушения ПБ и нередко делает это практически невозможным.

Кроме того, непригодность общепромышленных светотехнических решений к большим колебаниям напряжения питания в шахтных сетях приводит к их низкой надежности и долговечности. Учитывая это, светильники СЗ для очистных забоев разработаны на трехфазное напряжение питания 220 В с потребляемой мощностью не более 6 Вт. Они стабильно работают при напряжении от 150 до 300 В без пуско-

Таблица 3

Параметр	СЗ	СЗ-01	СЗ-02
Номинальное напряжение питания сети частотой (50±1) Гц, В	220	127	36
Число питающих фаз	3	3	1
Предельное отклонение питающего напряжения, %	±25		
Номинальная потребляемая мощность, Вт, не более	6	6	15
Освещенность от светильника на расстоянии 3 м на площади 2 м <sup>2</sup> , лк, не менее	5	5	15
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	115×180×190		
Масса, кг, не более	5,8		
Уровень и вид взрывозащиты: по ГОСТ 12.2.020 (для поставки в Украину) по ГОСТ Р МЭК 60079-0 (для поставки в Россию)	РВ 1В РВ Ex в I Мб		
Степень защиты от внешних воздействий	IP54		

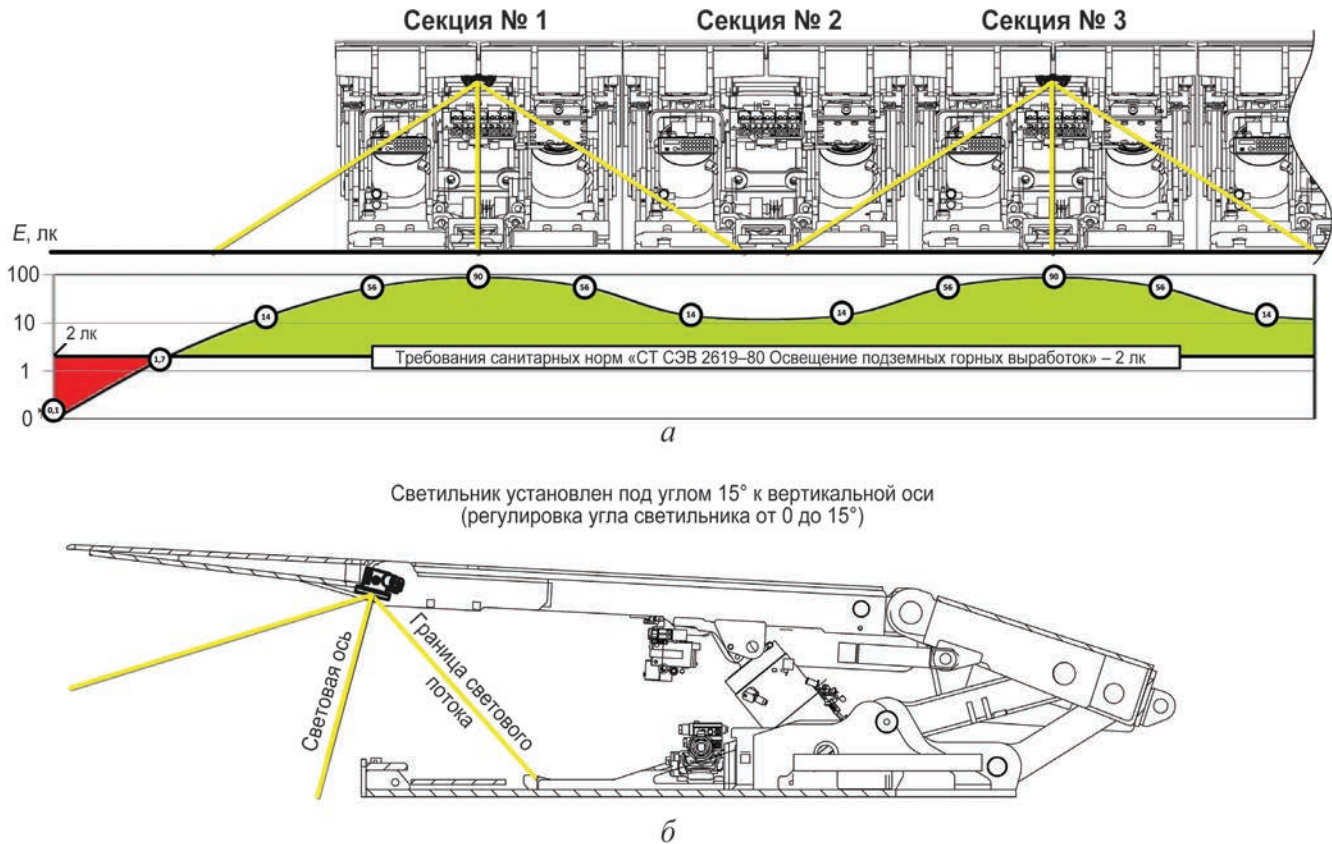


Рис. 3. Уровень освещенности на почве в местах прохода при установке светильников СЗ секции крепи типа ДМ: а – уровень освещенности  $E$  на почве вдоль световой оси; б – расположение светильника на механизированной крепи.

вого тока. Это позволяет подключать светильники посредством кабеля (сечение жил  $3 \times 6 \text{ мм}^2$ ) к стандартному шахтному источнику питания типа ИПШ для освещения забоев длиной более 300 м при отставании 150 м.

Помимо электрических характеристик в конструкции светильника предусмотрено, что шахтный кабель за счет особенностей конструкции имеет значительно больший диаметр, чем у общепромышленных аналогов. Так, минимальный диаметр общепромышленного кабеля  $3 \times 6 \text{ мм}^2$  – 12 мм, а аналогичного шахтного – 21 мм. Это не принимают во внимание многие нынешние производители рудничных светильников, устанавливая кабельные вводы для кабеля диаметром 12 – 16 мм, а клеммы для подключения жил сечением 1,5 – 2,5  $\text{мм}^2$ . Кроме этого, они не учитывают прохождение транзитных токов через светильник либо возможности транзитной передачи напряжения на остальные светильники.

Крепление светильника на секции крепи выполнено посредством шпилек резьбой М16, гарантирующих не только высокую надежность крепления, но и возможность регулировки светильника по углу наклона светового потока, что не всегда реализовано в светильниках других производителей.

Приемочные испытания светильников СЗ провели в составе серийной механизированной крепи ДМ на шахте ПСП «Шахта им. Н. И. Сташкова» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» в условиях 5043-й лавы с января по июль 2012 г. Испытания завершены с положительным результатом, светильники по настоящее время эксплуатируются в других забоях.

При разработке светильников для проходческой техники было учтено, что в Украине более четырех производителей проходческих машин. Каждый использует для комбайнов разное количество фар и светильников с разным видом крепления. Поэтому было принято решение со-



Таблица 4

Параметр	СЗ-03	СЗ-04	СЗ-05	СЗ-06	СЗ-07	СЗ-08
Номинальный потребляемый ток, А, не более	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	0,6
Освещенность от светильника, лк, не менее: на расстоянии 3 м на площади 2 м <sup>2</sup> на расстоянии 5 м на площади 5,8 м <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	2
	10	10	10	10	10	-
Габаритные размеры, мм, не более: длина ширина высота	180	135	185	180	145	180
	125	195	185	145	145	145
	135	145	100	100	125	100
Масса, кг, не более	2,5	3,8	3,0	2,6	2,5	2,5

Примечание. Номинальное напряжение постоянного тока 12 В, предельное отклонение питающего напряжения +10 и -15 %.

здать широкий модельный ряд светильников с разными световыми параметрами и способом монтажа. Изготовление светильника как самостоятельного устройства (без комплектов и привязки к конкретному источнику питания, как это сделано в аппаратуре освещения АО, установке УОГМ и комплексе КУО) позволило производителям комбайнов устанавливать любое количество фар и светильников с разным видом крепления. Ограничением в данном случае является мощность и количество искробезопасных источников питания, установленных на комбайне.

Светильники забойные для проходческой техники представлены в шести исполнениях: СЗ-03 (рис. 4, а), СЗ-04, СЗ-05, СЗ-06, СЗ-07, СЗ-08 (рис. 4, б). Светильники СЗ-03, СЗ-04, СЗ-05, СЗ-06, СЗ-07 имеют мощный сфокусированный световой поток и предназначены для освещения зоны

разрушения проходческого забоя режущим органом комбайна (выполняют функцию фары). Светильник СЗ-08 имеет рассеянный световой поток с углом освещения 110°, предназначен для освещения рабочего места, органов управления, мест прохода и погрузки горной массы. Основные технические характеристики указанных светильников приведены в табл. 4.

Светильники для проходческой техники выполнены в особом взрывобезопасном исполнении РО Ia X (для поставки в Россию – РО Ex ia I Ma X). Их можно эксплуатировать совместно

с любым сертифицированным и разрешенным к эксплуатации искробезопасным источником питания тока с уровнем взрывозащиты выходных цепей Ia и выходным напряжением 12 В соответствующей мощности. Все светильники имеют одинаковый корпус, представляющий собой стальную оболочку сварной конструкции с одним или двумя (в зависимости от исполнения) кабельными вводами, и отличаются способом крепления.

Спереди корпус светильника закрыт съемной крышкой со светопропускающим элементом, выполненным из поликарбоната. Как и у светильников СЗ, СЗ-01, СЗ-02 внутри корпуса установлена выемная часть, состоящая из трех узлов: алюминиевой пластины со светодиодами, электронного блока и платы клеммника. Светильники СЗ-03, СЗ-04, СЗ-05, СЗ-06, СЗ-07 имеют по шесть светодиодов с фокусирующими линзами на каждом для формирования направленного светового потока, СЗ-08 – два светодиода без линз для обеспечения рассеянного светового потока.

В соответствии с требованиями стандарта СТ СЭВ 2619-80 «Освещение подземных горных выработок» установлен минимальный уровень освещенности в подготовительных выработках в зоне разрушения забоя не менее 10 лк. Для определения



Рис. 4. Светильники забойные СЗ-03 (а) и СЗ-08 (б).



Таблица 5

Параметр	СЗ-09	СЗ-10	СЗ-11
Освещенность от светильника, лк, не менее, на расстоянии 1 м на площади 2 м <sup>2</sup>	5	2	2
Габаритные размеры, мм, не более:			
длина	65	160	160
ширина	65	230	50
высота	114	230	160
Масса, кг, не более	1,5	8,0	0,5

Примечание. Номинальное напряжение постоянного тока 12 В, предельное отклонение питающего напряжения +10, -15 %, номинальный потребляемый ток не более 0,6 А.

уровня освещенности в лабораторных условиях произвели сравнительный замер освещенности светильников СЗ-03, СЗ-04, СЗ-05, СЗ-06, СЗ-07 и фар аппаратур АО (ОАО «ДЭЗ»), УОГМ ПАО «Эл-мис» (рис. 5) на расстоянии 5 лк до источника света.

При разработке конструкции светильников для проходческой техники учтен опыт разработки и эксплуатации светильников для освещения очистного забоя, стационарного оборудования и конвейерных линий (пусковые токи, кабельные вводы, организация транзитной передачи напряжения питания, крепежные элементы), несмотря на их принципиальные отличия в области применения. Для снижения себестоимости изготовления и повышения технологичности ряд элементов конструкции светильников унифицирован со светильниками очистного забоя, стационарного оборудования и конвейерных линий.

Приемочные испытания светильников СЗ-04 и СЗ-08 проведены в составе серийного проходческого комбайна КПД на шахте ОП «Шахта «Россия» ГП «Селидовуголь» с января по ноябрь 2012 г. Испытания завершены с положительным результатом, без отказов и какого-либо вмешательства в работу светильников, при этом они обеспечивали должный уровень освещенности в забое.

Для очистных комбайнов разработаны светильники СЗ-09, СЗ-10, СЗ-11 (рис. 6, табл. 5).

Так, светильник СЗ-09 предназначен для освещения зоны разрушения забоя режущим органом очистного комбайна, СЗ-10 и СЗ-11 – для освещения органов управления комбайна и мест прохода вдоль него. Дополнительно они оснащены красным светодиодом и схемой переключения цвета свечения при подаче на светильник управляющего сигнала. Данную функцию можно использовать для индикации аварийных и предаварийных состояний узлов комбайна пу-

тем изменения цвета свечения с белого на красный, при подаче сигнала от системы управления комбайном.

Светильники для очистных комбайнов, как и светильники для проходческой техники выполнены в особом взрывобезопасном исполнении РО Иа Х и предназначены для эксплуатации совместно с любым сертифицированным и разрешенным к эксплуатации искробезопасным источником питания тока с уровнем взрывозащиты выходных цепей Иа и выходным напряжением 12 В соответствующей мощности.

Конструкция светильника СЗ-09 аналогична конструкции светильников для проходческой техники (корпус с выемной частью, состоящей из алюминиевой пластины со светодиодами,

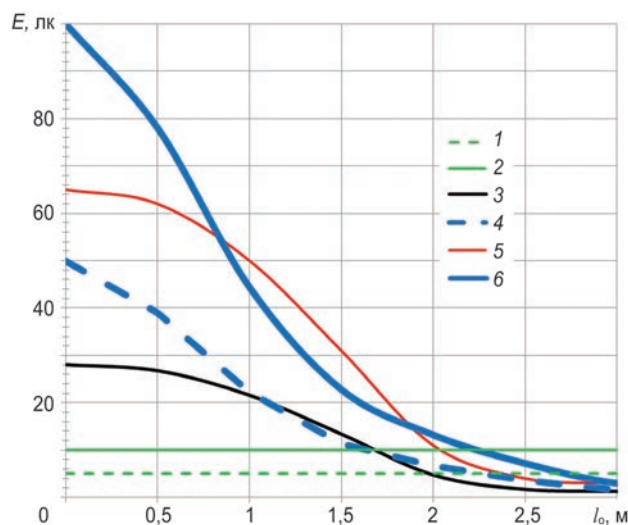


Рис. 5. Уровни освещенности  $E$ , требуемые отраслевыми нормативными документами, и фактические, создаваемые светильниками и фарами различных типов на расстоянии 5 м в зависимости от отклонения от оси  $l_0$  свечения: 1, 2 – нормы СТ СЭВ 2619–80 для зоны разрушения очистного забоя 5 лк и проходческого – 10 лк; 3 – фара УОГМ; 4 – светильник СЗ-09; 5 – фара АО; 6 – светильники СЗ-03, СЗ-04, СЗ-05, СЗ-06, СЗ-07.

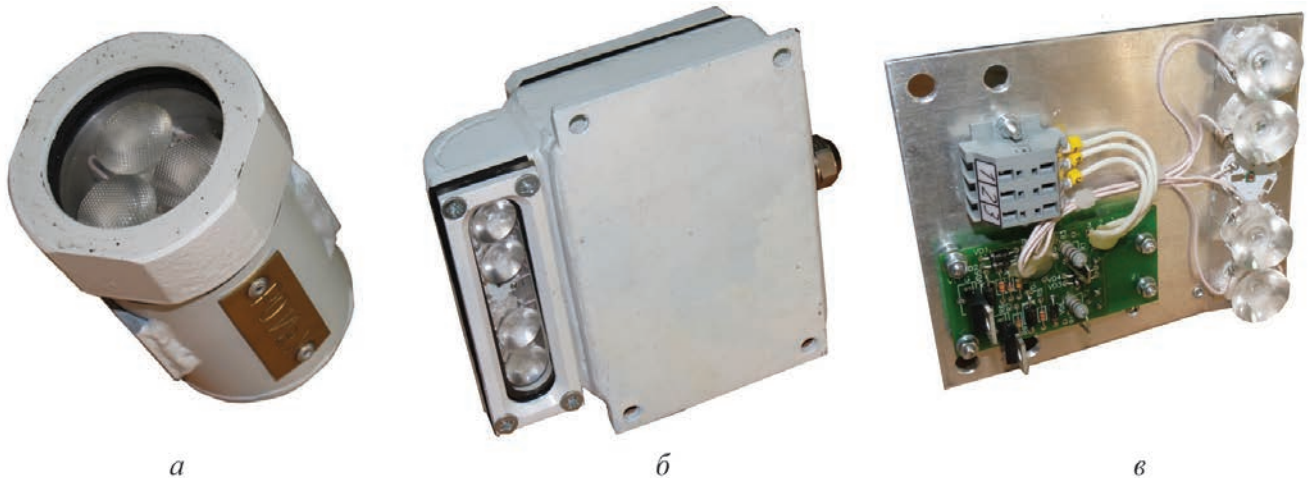


Рис. 6. Светильники забойные СЗ-9 (а), СЗ-10 (б) и СЗ-11(в).

электронного блока, платы клеммника). Его устанавливают на комбайне в местах расположения его режущих частей.

Внутри прямоугольного корпуса светильника СЗ-10 расположена алюминиевая пластина, на которой закреплены светодиоды с линзами и электронный блок с клеммником, он предназначен для монтажа на пульта управления комбайна. Светильник СЗ-11 не имеет собственного корпуса и состоит из алюминиевой пластины, на которой закреплены светодиоды с линзами и электронный блок с клеммником. В целом конструкция аналогична выемной части светильника СЗ-10. Данное исполнение – для встраивания в корпус пульта комбайна. Светильники СЗ-09 и СЗ-11 были изготовлены и встроены в корпус комбайна УКД200-500. Приемочные испытания прошли на шахте «Терновская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» с мая по август 2013 г. и завершены с положительным результатом.

**Выводы.** Испытания в шахтных условиях показали, что применение светильников типа СЗ позволило повысить уровень безопасности работ в очистном и проходческом забоях, предотвратить возможность возникновения аварийных ситуаций, снизить травматизм, улучшить условия труда обслуживающего персонала, а также своевременно выявлять отказы горношахт-

ного оборудования и сократить время ведения ремонтно-профилактических работ за счет создания должного уровня освещенности. В результате уменьшается время простоя забоев и повышается эффективность работы, а в конечном итоге возрастает уровень добычи угля при снижении производственных затрат.

Весь типажный ряд светильников забойных СЗ освоен экспериментальным производством института «Донгипроуглемаш». Светильники серийно выпускаются, имеют разрешение Госгорпромнадзора на эксплуатацию в шахтах Украины, опасных по газу и/или пыли. Для осуществления поставок в Россию, Беларусь и Казахстан ведутся работы по сертификации в МОС «Сертиум» (г. Москва, Россия).

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Правила безопасности в угольных шахтах*: НПАОП 10.0-1.01-05. – К., 2005 г. – 56 с.
2. *Нормативы по безопасности забойных машин, комплексов и агрегатов*: НАОП1.1.30-8.01-90. – К., 1990. – 104 с.
3. *Освещение подземных горных выработок. Основные требования и методы измерений*: СТ СЭВ 2619-80. – М., 1982. – 4 с.
4. *Стадник Н. И. Аппаратура освещения очистного и проходческого забоев / А. В. Мезников, И. И. Куралех, Р. А. Кудлай // Уголь Украины. – 2007. – № 10. – С. 19 – 22.*