

## ОХРАНА ТРУДА. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 331.46

**С. Д. Галюжин, канд. техн. наук, доц, Д. С. Галюжин, канд. техн. наук, доц.,  
В. М. Пускова, М. И. Руцкий**

### **АНАЛИЗ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ**

Изложены результаты анализа несчастных случаев, произошедших при проведении сварочных работ. Так, в результате взрыва сварочного ацетиленового генератора АСП-10 на молочно-товарной ферме в д. Мыслотино колхоза «Правда» Глусского района Могилевской области работник этой фермы получил травму со смертельным исходом. При проведении сварочных работ в паротделительном барабане котла ДЕ16/14 в помещении котельной ПРУТ «Днепровское», расположенного в п. Годылево Быховского района Могилевской области, произошел взрыв газоторфяной смеси, в результате которого трое рабочих ОАО «Белэнергоналадка», выполнявших эти работы, были травмированы, при этом двое из пострадавших погибли.

Анализ ряда несчастных случаев, произошедших при выполнении сварочных работ на предприятиях Могилевской области, показывает, что не всегда персонал, осуществляющий эти работы, выполняет требования безопасности, изложенные в «Правилах пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь (ППБ РБ 1.03-92)» и другой нормативной документации. Рассмотрим некоторые несчастные случаи.

В д. Мыслотино колхоза «Правда» Глусского района Могилевской области произошел взрыв сварочного ацетиленового генератора (рис. 1), и работник колхоза «Правда» получил травму со смертельным исходом.

При проведении экспертизы установлено:

– группа рабочих в составе трех человек ОАО «Глусский райагропромтехснаб» выполняла ремонтные (в том

числе и газосварочные) работы системы внутреннего водоснабжения молочно-товарной фермы (МТФ) в д. Мыслотино колхоза «Правда»;

– работы выполнялись в здании для содержания крупнорогатого скота, там же располагался сварочный ацетиленовый генератор;

– при выполнении сварочных работ использовался ацетиленовый генератор АСП-10 модели ИЮЖН 3645632306 (предприятие-изготовитель ОАО «Автоген» г. Воронеж, Россия);

– во время взрыва сварочного ацетиленового генератора рабочие ОАО «Глусский агропромтехснаб» сварочные работы не проводили и находились вне здания.

При анализе состояния фрагментов корпуса генератора АСП-10 (см. рис. 1) установлено, что корпус, включающий газообразователь 1, вытеснитель 2 и газосборник 3, был сварен из листовой стали толщиной 1,4 мм. При

осмотре элементов генератора выявлены отложения гидроксида кальция, особенно на корпусе вытеснителя 2, загрузочной корзине 4, защитном устройстве 5, вентиле 6. Крышка генератора 7, манометр 8 и предохранительный клапан 9 значительно повреждены. Коррозия на внутренних стенках корпуса незначительна, т. е. материал корпуса до взрыва

имел несущественные химико-механические повреждения. Взятый из корпуса образец материала был исследован в химической лаборатории РУП «Завод Могилевлифтмаш» методом спектрального анализа. При исследовании установлено, что материал корпуса по химическому составу соответствует стали 08кп ГОСТ 1050-88.

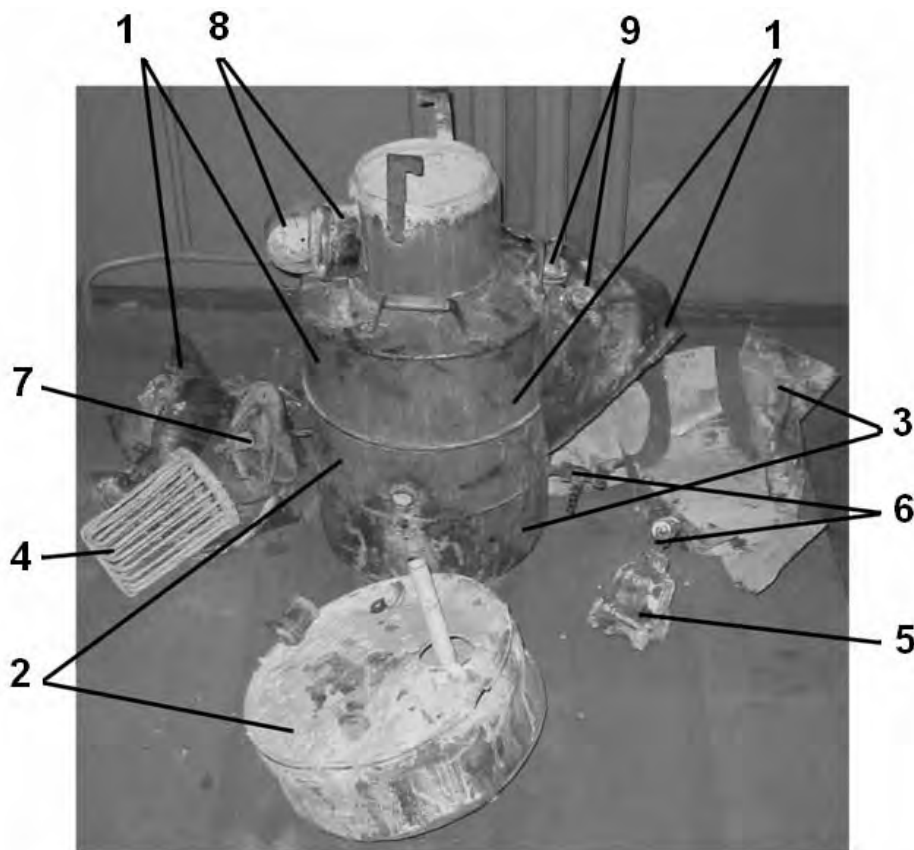


Рис. 1. Фрагменты поврежденного при взрыве ацетиленового генератора

Для оценки прочности корпуса ацетиленового генератора проведены исследования в программной оболочке Cosmos. При составлении модели расчета генератора использовалась система Solidworks 2004 с пакетом прикладных программ CosmosWorks 2003.

Генератор при расчете (рис. 2) рассматривался как цилиндрический резервуар, состоящий из четырех частей: горловины 1, газообразователя 2, вы-

теснителя 3 и газосборника 4, которые соединены сваркой 5–7. Материал генератора – сталь 08кп, а сварочных швов – сталь Св08Г2С. Физико-химические свойства сталей представлены в табл. 1.

В базу данных программы были введены все необходимые характеристики материалов оболочки генератора и сварных швов, что позволило более точно подойти к решению поставленной задачи. При расчете учитывалось, что в

зоне сварных швов имеют место контактирующие поверхности в зоне сварки отдельных фрагментов. Расчетная

модель с приложенным давлением представлена на рис. 3.

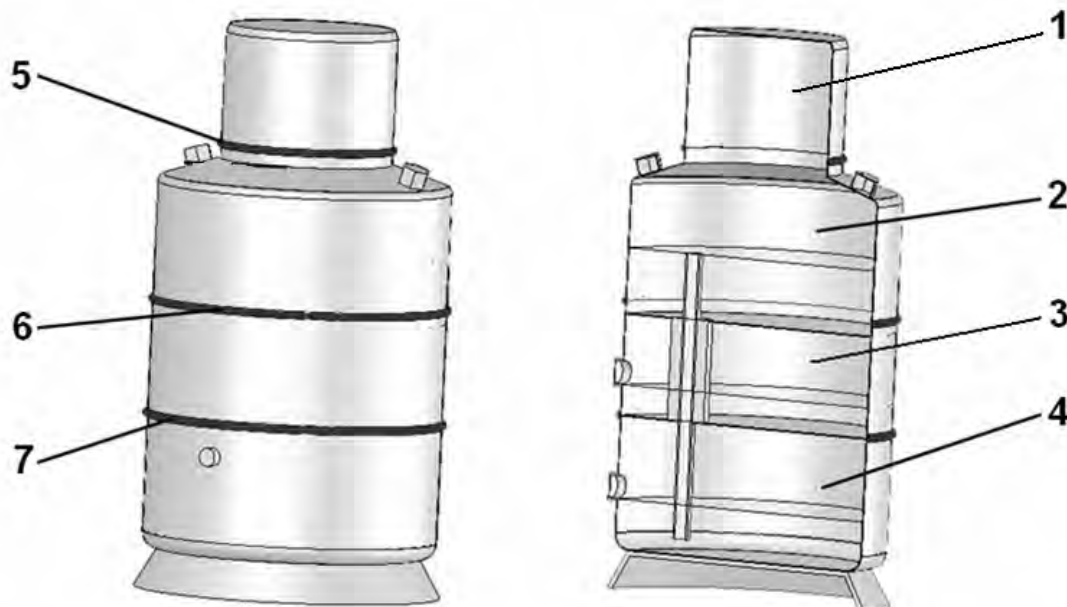


Рис. 2. Общий вид и разрез модели генератора

Табл. 1. Физико-химические свойства материалов корпуса генератора

Марка стали	Содержание химических элементов, %							Напряжение, МПа			μ
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	σ <sub>в</sub>	σ <sub>т</sub>	E	
08кп	≤0,10	0,60...0,84	1,40...1,70	≤0,20	≤0,25	0,025	0,030	330	210	200	0,26
Св08Г2С	0,05...0,11	0,70...0,950	1,80...2,10	≤0,20	≤0,25	0,030	0,030	580	480	200	0,30

Примечание – σ<sub>в</sub> – предел прочности или временное сопротивление; σ<sub>т</sub> – предел текучести; E – модуль упругости при растяжении; μ – коэффициент Пуассона – абсолютная величина отношения поперечной деформации к продольной

Система нагружалась изнутри избыточным давлением от 0,1 до 1 МПа с шагом 0,1 МПа в газообразователе и газосборнике, причем в них были учтены уровни воды в обычном режиме работы генератора.

Моделирование показало, что минимальное избыточное давление, при котором корпус ацетиленового генератора начинает разрушаться, равно около 1 МПа. Это означает, что при рабочем избыточном давлении 0,1 МПа и при

максимальном избыточном давлении 0,15 МПа (давление срабатывания предохранительного клапана) разрушение корпуса ацетиленового генератора невозможно. Тогда можно предположить, что разрушение корпуса ацетиленового генератора произошло из-за детонационного взрыва внутри корпуса.

Для обоснования данного предположения выполнены обследования корпуса генератора, в результате которых выявлено, что защитное устройство 1

соединялось с корпусом 3 только с помощью выходного ниппеля 4 (рис. 4). При этом установлено, что на корпусе защитного устройства генератора имеются два штыря 2, с помощью которых

оно навешивается на планку 3, приваренную к корпусу генератора, однако у обследуемого генератора для крепления защитного устройства планка и штыри не использовались.

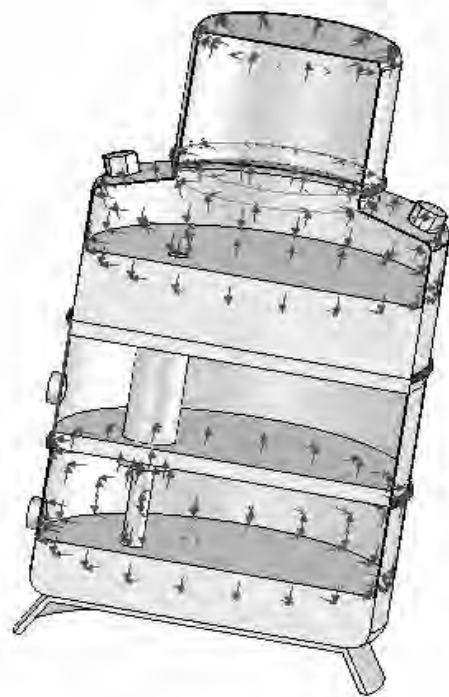


Рис. 3. Расчетная модель генератора с приложенными нагрузками

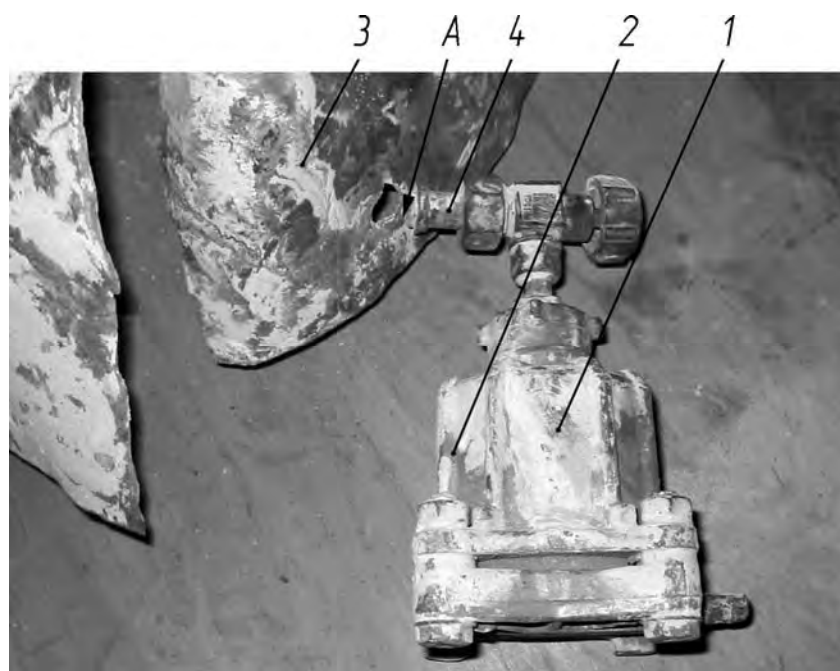


Рис. 4. Вид места присоединения выходного ниппеля к корпусу генератора

Такое конструктивное решение соединения выходного ниппеля защитного устройства к корпусу генератора недостаточно надежно, т. к. на ниппель 4 воздействует изгибающий момент от веса вентиля и защитного устройства 1. В верхней зоне крепления этого ниппеля к корпусу генератора возникают напряжения растяжения, которые способствуют образованию трещины в месте соединения ниппеля с корпусом. В процессе эксплуатации генератора в упомянутой зоне могут возникать дополнительные напряжения растяжения из-за вибрационных нагрузок, возникающих при перевозке генератора в транспорте или же при падении генератора и ударе его о препятствие защитным устройством.

Следует отметить, что в более поздней конструкции ацетиленового генератора (2003 г. выпуска) соединение выходного ниппеля корпуса генератора с защитным устройством выполнено гибким рукавом.

При осмотре поверхностей в зоне крепления выходного ниппеля 4 к корпусу генератора 3 выявлены вмятины и следы сквозной ржавчины (на рис. 4 показано стрелкой А), которые могли возникнуть только при наличии там трещины, через которую возможны утечки ацетилена с корпуса генератора.

Таким образом, наиболее вероятной причиной взрыва явилась утечка ацетилена в зоне крепления ниппеля и защитного устройства к корпусу газосборника генератора и образование в этой зоне ацетиленового облака. Источником воспламенения ацетилена могло быть пользование открытым огнем находившегося в зоне работы генератора работника МТФ колхоза «Правда» (курение, пользование спичками, зажигалкой и т. п.).

Причиной несчастного случая явился взрыв ацетиленового генератора АСП-10, произошедший из-за детонационного распада ацетилена внутри его корпуса. Наиболее вероятно, что дето-

национный распад внутри корпуса генератора произошел из-за наличия утечек ацетилена между выходным ниппелем и корпусом ацетиленового генератора, образования в этой зоне ацетиленового облака и попадания в это облако внешнего источника воспламенения от пострадавшего работника МТФ колхоза «Правда».

Группа рабочих ОАО «Белэнерго-наладка» филиала «Могилевэнерго-ремонт» выполняла ремонтные (электросварочные и газорезательные) работы внутри паротделительного барабана 1 котла 2 (тип котла ДЕ16/14) в помещении котельной ПРУТ «Днепровское», расположенного в п. Годылево Быховского района Могилевской области (рис. 5).

Для вентилирования вовнутрь паротделительного барабана через правый люк подавался воздух от вентиляционной установки. При выполнении электросварочных работ внутри барабана произошел взрыв газоторфяной смеси, находящейся в барабане, в результате которого трое работников ОАО «Белэнергоналадка» получили травмы. Двое из них, находящихся снаружи барабана, у люков (справа и слева), получили травмы со смертельным исходом.

При проведении экспертизы установлено:

- на внутренних поверхностях паротделительного барабана 1 котла 2 имелись отложения торфяной пыли;
- перед выполнением электросварочных работ внутри паротделительного барабана котла выполнялись газорезательные работы пропаново-кислородной смесью из баллонов;
- во время выполнения сварочных работ резак находился возле правого люка паротделительного барабана;
- взрыв в паротделительном барабане произошел в результате образования в нем взрывоопасной концентрации смеси пропана с кислородом и торфяной пыли.

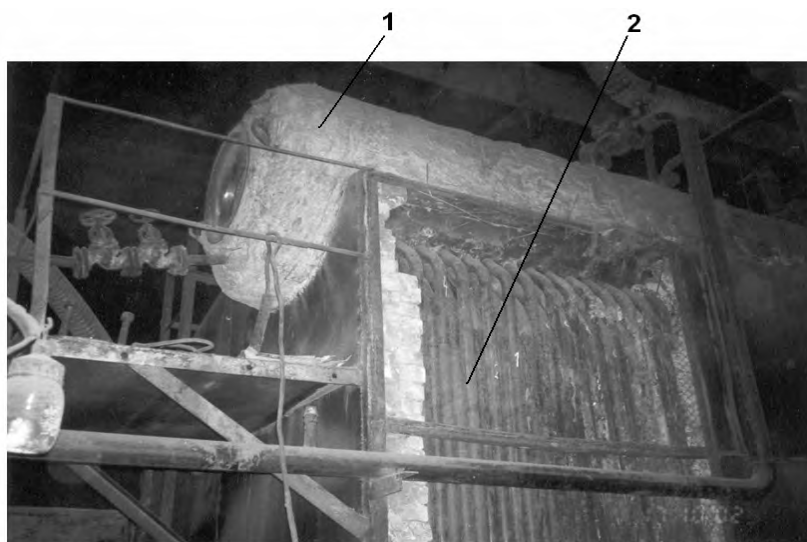


Рис. 5. Общий вид котла ДЕ 16/14

Для оценки технического состояния оборудования поста газорезки и проверки его на герметичность в соответствии с нормативной документацией (ГОСТ 12.2.008-75, ГОСТ 5191-79, ГОСТ 13861-90 и ГОСТ 9356-75) [1, 2] были выполнены экспериментальные исследования. Они проводились в лаборатории сварки РУП «Завод Могилевлифтмаш» г. Могилева.

При проведении исследований установлено:

- при выполнении работ использовался универсальный ручной резак типа РЗГ по ГОСТ 5191-79 (рис. 6), который находился в технически неисправном состоянии из-за негерметичности запорных вентилях;

- обследуемый пропановый редуктор аналогичен редуктору БПО-5-1 [2] по ГОСТ 13861-90. Он находился в технически неисправном состоянии из-за негерметичности редуцирующего клапана, т. е. редуктор имел «самотек».

Из-за неисправности резака (утечек через вентилях) после производства газорезательных работ в барабане осталась смесь пропана с кислородом. Перед выполнением электросварочных работ была включена вентиляционная установка для вентилирования барабана, в

результате чего произошло перемешивание пропано-кислородной смеси и образование облака торфяной пыли, находящейся на внутренних поверхностях барабана. Это обусловило создание взрывоопасной концентрации газоторфяной смеси в барабане, и от воздействия дуги электросварки (при производстве электросварочных работ) произошло детонационное разложение (горение) этой смеси и образование детонационной волны. Электросварщик, выполняющий работы внутри барабана, получил травму с тяжелым исходом, а двое рабочих, находящихся снаружи паротделительного барабана у люков (правого и левого) получили травмы со смертельным исходом в результате удара детонационной волной. Сам паротделительный барабан при этом не был поврежден.

Причины несчастного случая:

- наличие внутри паротделительного барабана взрывоопасной концентрации пропана из-за неисправности резака и пропанового редуктора;

- невыполнение исполнителями п. 4.4 Правил ППБ РБ 1.03-92, требующих проведения перед выполнением огневых работ в закрытых емкостях анализа воздушной среды.



Рис. 6. Общий вид резака РЗГ

Выполненный анализ показывает, что причинами несчастных случаев по безопасному выполнению сварочных работ является низкий контроль за содержанием сварочного оборудования, находящегося в технически исправном состоянии. Так, при производстве газосварочных работ на молочно-товарной ферме в д. Мыслотино колхоза «Правда» Глусского района Могилевской области работники ОАО «Глусский райагропромтехснаб» использовали для работы сварочный ацетиленовый генератор АСП-10, имеющий в корпусе утечки ацетилена, что привело к несчастному случаю со смертельным исходом. При производстве сварочных работ паротделительного барабана котла ДЕ16/14 в котельной ПРУТ «Днепровское» (п. Годылево Быховского района Могилевской

области) работники ОАО «Белэнергоналадка» при производстве газорезательных работ использовали технически неисправный резак типа РЗГ, имевший утечки газов через вентили и неисправный пропановый редуктор БПО-5-1, в котором была выявлена негерметичность редуцирующего клапана, что привело к групповому несчастному случаю, при котором пострадало три человека (двое из пострадавших погибли).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности при работе с механизмами, инструментом и приспособлениями. – Минск : Шанс.
2. Редукторы баллонные одноступенчатые типов БКО-50-2, БАО-5-2, БПО-5-2, БВО-80-2 : паспорт 3645711109 ПС. – Минск : Полиграфист.

Белорусско-Российский университет  
Материал поступил 22.05.2010

**S. D. Haliuzhyn, D. S. Haliuzhyn,  
V. M. Puskova, M. I. Rutskiy**  
**Analysis of accidents at carrying  
out welding**

The results of the analysis of accidents at carrying out welding are presented in the paper. So as a result of explosion of the welding acetylene generator ASP-10 on a dairy-commodity farm in the village of Myslotino of the collective farm «Pravda» of Glusky area of Mogilyov region the worker of the farm got a fatal injury. At carrying out welding in steam separating boiler drum DE16/14 in «Dneprovskoje» boiler house in Godylevo in Bykhov area of Mogilev region there occurred explosion of gas and peat mixture. As a result three workers of public corporation «Belenergonaladka» performing these works were injured and two of them died.