

Дорошенко Виктор Александрович,

к.т.н., доцент,

кафедра гидравлики;

Климантова Юлия Олеговна,

магистрант,

Строительный институт, УрФУ,

г. Екатеринбург, Россия

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ АВАРИИ НА ЗАВОДЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ «СИЛУР»

Для современного состояния промышленности и экономики России, как и других промышленно развитых стран, характерно нарастание угроз в природно-техногенной сфере. Техногенные аварии и инциденты становятся постоянно действующими факторами не только индустрии, но и социально-экономической сферы. Крупнейшие аварии и катастрофы, имевшие место в последние десятилетия, унесли много человеческих жизней, а также причинили большой экономический ущерб и промышленности и окружающей среде [1].

Целью данного исследования является расчет экономического ущерба от типовой аварии на заводе металлоконструкций «СИЛУР».

Группа компаний «Силур» основана в 2010 году и входит в состав холдинга «Мехсервис». Основным направлением деятельности является производство продукции для нефтегазовой, строительной и автодорожной отраслей. Основными партнерами компании являются РЖД, АТОМСТРОЙКОМПЛЕКС, ГАЗПРОМ, РОСНЕФТЬ, МОТИВ, СЕВЕРГАЗМОНТАЖ и др. [2].

Плазменная резка – один из прогрессивных видов обработки металлов и иных материалов. Эта технологическая операция осуществляется на специальных установках, которые и используются в компании «СИЛУР» в группе «СИЛУР МЕТАЛЛ». Плазменная резка по производительности превосходит кислородную и газопламенную. Станки плазменной резки наиболее эффективны при разрезании цветных металлов и сплавов на их основе

(особенно алюминиевых). Применение этого оборудования экономически целесообразно в случаях обработки изделий из:

- чугуна – толщиной до 90 мм;
- углеродистых и легированных сплавов стали, толщиной до 50 мм;
- меди и ее сплавов – толщиной до 80 мм;
- алюминия и сплавов на его основе – толщиной до 120 мм [3].

Процесс плазменной резки заключается в проплавлении обрабатываемого металла за счет теплоты, выделяемой сжатой плазменной дугой, и одновременном интенсивном удалении расплава плазменной струей [4].

Станки плазменной резки предназначены для машинного раскроя материалов с минимальным использованием ручного труда. Они позволяют получать высокое качество реза, и дополнительная обработка деталей не требуется. Станки, оснащенные ЧПУ, обеспечивают практически полную автоматизацию процесса раскроя изделий по заданному требуемому контуру, при этом геометрия изделия может быть любой, даже очень сложной формы.

Однако плазменная резка, например, бетонных изделий имеет и свои недостатки – это сложность рабочего процесса, сравнительно небольшая глубина резки, громоздкость плазменных установок и необходимость пользоваться услугами персонала высокой квалификации [5].

1. Устройство и принцип работы плазменной установки ESAB

Dx2500

Установка плазменной резки использует для разрезания листового металла плазму, которая представляет собой ионизированный газ высокой температуры, способный проводить электрический ток (рис. 1). Плазменная дуга получается из обычной электрической дуги в специальном устройстве – плазмотроне – путём ее сжатия и вдувания в нее плазмообразующего газа [6].

Установка для резки ESAB Dx2500 (рис. 2) обладает максимальной гибкостью: плазменная и газокислородная резка могут осуществляться в комбинации или по отдельности. Уникальными элементами в ней являются

интеллектуальный дозатор газа и вспомогательное средство позиционирования, которые позволяют выполнять очень точные технологические операции без больших трудозатрат (рис. 3) [6].

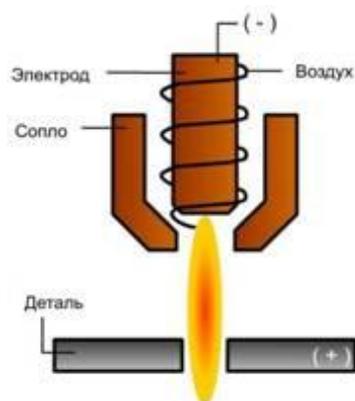


Рисунок 1 – Технология обработки плазменной резкой

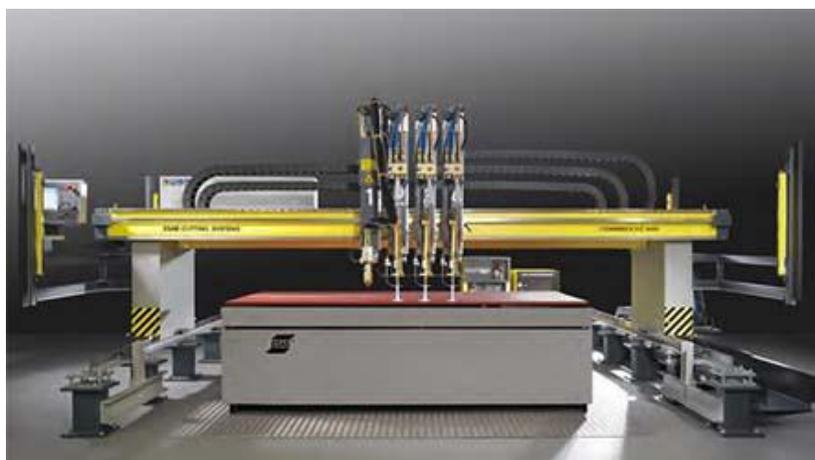


Рисунок 2 – Плазменная установка ESAB Dx2500

В режиме газокислородной резки одновременно могут работать до четырех газовых резаков, в комбинированном режиме возможно использование одного плазменного резака вместе с тремя газовыми резаками.

Интеллектуальный блок контроля газа основан на пропорциональном методе и регулирует расход газа при резке в зависимости от формы разрезаемого изделия независимо от толщины материала и числа резаков. Благодаря этому получаются высоко точные размеры деталей без больших затрат – за счет использования автоматической регулировки при помощи базы технологических данных. Встроенное вспомогательное устройство позиционирования с перекрестием способствует точной ориентации материала и позиционированию резака.

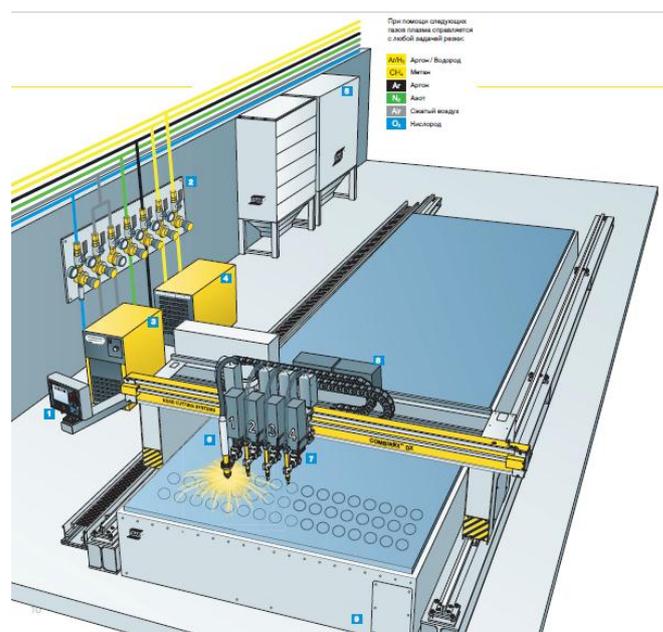


Рисунок 3 – Монтажная схема установки ESAB Dx2500

2. Неисправности в работе плазменной установки ESAB Dx2500

В процессе эксплуатации оборудования компания «СИЛУР МЕТАЛЛ» столкнулась с поломкой насоса (рис. 4). Такая неисправность, согласно, данным, в среднем происходит раз в полгода на протяжении трех лет.

Типовой и наиболее часто происходящей аварией является поломка насоса, которая приводит к простоям оборудования и затратам на ремонт. Причиной поломки насоса является износ крыльчатки (рис. 5), через которую проходит охлаждающая жидкость, подаваемая в головку резака.

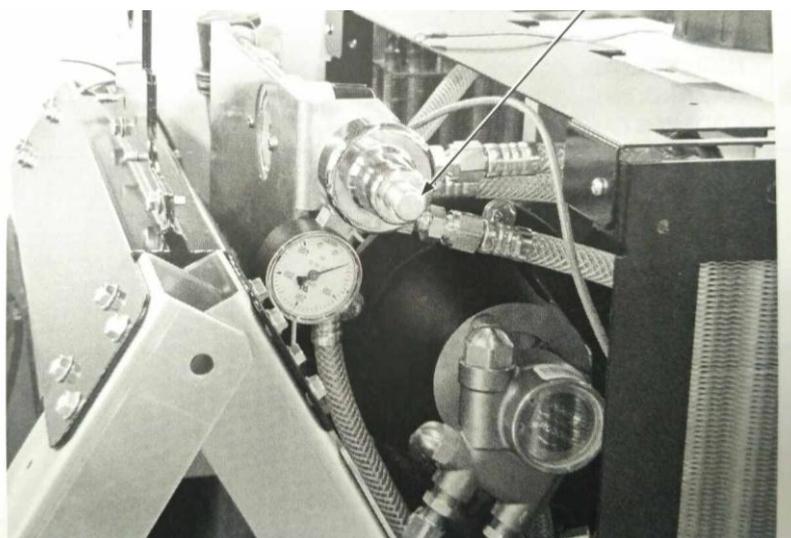


Рисунок 4 – Насос плазменной установки Dx2500



Рисунок 5 – Крыльчатка насоса

Причина выхода из строя крыльчатки достоверно не известна, но основными версиями являются: попадание загрязнений в рабочую жидкость и механическая вибрация вала рабочего колеса насоса.

3. Расчет ущерба от аварии

19 апреля 2017 года в результате разрушения крыльчатки произошла поломка насоса. Для устранения поломки был заказан новый насос из г. Москвы. Доставка осуществлялась неделю. Для замены насоса были привлечены штатные работники. В этот период крупный заказ на металлоконструкции был частично переведен в соседний цех на подобную установку, другая часть заказа не производилась.

Простой оборудования плазменной резки Dх2500 составил 8 рабочих дней, что вызвало простои оборудования сварочного полуавтомата и рабочего персонала.

Оценку ущерба от аварии можно рассчитать по методике «Расчет ущерба от аварии на опасных производственных объектах» [7].

$$P_a = P_{пп} + P_{ла} + P_{сэ} + P_{кп} + P_{экол} + P_{втр}, \quad (1)$$

Где:

P_a – полный ущерб от аварии, руб.;

$P_{пп}$ – прямые потери организации, эксплуатирующей ОПО, руб.;

$P_{ла}$ – затраты на локализацию/ликвидацию и расследование аварии, руб.;

Псэ – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;

Пкп – косвенный ущерб, руб.;

Пэкол – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам ОС), руб.;

Пвтр – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности.

Прямые потери (Ппп) от аварии определяются по формуле

$$Ппп = Поф + Птмц + Пим, \quad (2)$$

здесь: Поф = Пофу + Попф – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов (производственных и непроизводственных), руб.;

Птмц – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (продукции, сырья и т.п.), руб.;

Пим – потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц, руб.

Потери предприятия в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов (Пофп) – разрушения насоса, определяются как сумма остаточной стоимости насоса и нового (т.к. утилизации не было).

$$Попф = 10.000 + 25.000 = 35.000 \text{ руб.};$$

Потери предприятия в результате уничтожения при аварии основных непроизводственных фондов (Понф) – транспортные расходы, плата работникам у которых простаивает оборудование.

$$Понф = 5.000 \text{ руб.}$$

$$Поф = Попф + Понф = 35.000 + 5.000 = 40.000 \text{ руб.}$$

Потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (Птмц) – например, лист металла, который был на станке при поломке.

$$Птмц = 20.000 \text{ руб.}$$

Потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц
 $Пим = 0 \text{ руб.}$

Таким образом, прямые потери от поломки насоса составляют:

$$П_{пп} = П_{оф} + П_{тмц} + П_{им} = 40.000 + 20.000 = 60.000 \text{ руб.}$$

Затраты на локализацию, ликвидацию и расследование аварии

Определение затрат на локализацию, ликвидацию и расследование аварии определяется по формуле:

$$П_{ла} = П_{л} + П_{р}, \quad (3)$$

Где:

$П_{л}$ – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварий, руб.;

$П_{р}$ – расходы на расследование аварий, руб.

Расчет предварительного ущерба $П_{ла}$ можно оценивать

- по средней стоимости услуг специализированных и экспертных организаций

- или принимать в размере 10% от стоимости прямого / имущественного ущерба.

Примем $П_{ла}$ как 10% от $П_{пп}$, тогда

$$П_{ла} = 0,1 * П_{пп} = 0,1 * 60.000 = 6.000 \text{ руб.}$$

Расчет социально-экономических потерь

Социально-экономические потери $П_{сэ}$ определяются по формуле:

$$П_{сэ} = П_{гп} + П_{гтл} + П_{тп} + П_{ттл}, \quad (4)$$

где:

$П_{гп}$ и $П_{гтл}$ – затраты на компенсации и мероприятия вследствие гибели персонала и третьих лиц;

$П_{тп}$ и $П_{ттл}$ – затраты на компенсации и мероприятия вследствие травмирования персонала и третьих лиц.

В рассматриваемой аварии $П_{сэ} = 0$ руб.

Определение косвенного ущерба

Определение косвенного ущерба $П_{кп}$ определяется по формуле

$$П_{кп} = П_{зп} + П_{нп} + П_{ш} + П_{нптл} \quad (5)$$

Где:

Пзп – зарплата и условно-постоянные расходы за время простоя;

Ппп – часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя;

Пш – убытки, вызванные уплатой неустоек, штрафов, пени и пр.;

Пнптл – убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли.

$$\text{Здесь } П \text{ зп} = (V \text{ зп} \times N + V \text{ уп}) \times T_{\text{пр}}, \quad (6)$$

где:

$V_{\text{зп}}$ – средняя заработная плата 1 сотрудника предприятия (или простаивающего подразделения), руб./день;

N – численность сотрудников, не использованных на работе по причине простоя;

$T_{\text{пр}}$ – продолжительность простоя объекта, дни.

Дневной заработок оператора плазменной установки Dх2500 и сварочного полуавтомата составляет 2.000 руб. Часть условно постоянных расходов составляет 0 руб. Следовательно:

$$П \text{ зп} = (2.000 * 2 + 0) * 8 = 32.000 \text{ руб.}$$

$$Ппп = (\text{SUM}_{i=0}^n \text{ДЕЛЬТА } Q_i \times (S_i - B_i)), \quad (7)$$

Где:

S_i – средняя оптовая стоимость (отпускная цена) единицы i -го недопроизведенного продукта (услуги) на дату аварии, руб.;

B_i – средняя себестоимость единицы i -го недопроизведенного продукта (услуги) на дату аварии;

n – количество видов недопроизведенного продукта (услуги);

ДЕЛЬТА Q_i – объем i -го вида продукции (услуги), недопроизведенный из-за аварии:

$$\text{ДЕЛЬТА } Q = (Q^0_i - Q^1_i) \times T_{\text{пр}i}, \quad (8)$$

где

Q^0_i – средний дневной (месячный, квартальный, годовой) объем выпуска i -го вида продукта (услуги) до аварии;

Q^1_i – средний дневной (месячный, квартальный, годовой) объем выпуска i -го вида продукта (услуги) после аварии;

$T_{прі}$ – время, необходимое для ликвидации повреждений и разрушений, восстановления объемов выпуска продукции (услуг) на доаварийном уровне.

Для рассмотренной аварии Пнп равняется стоимости продукции, которую должны были произвести за 8 дней простоя, по данному заказу, согласно информации из планового отдела предприятия: Пнп = 400.000 руб.

Потери, вызванные уплатой различных неустоек Пш, штрафов, пени и пр., согласно договору с заказчиком составляет Пш = 56.000 руб.

Убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли отсутствуют, Пнптл = 0 руб.

Итого: $P_{кп} = P_{зп} + P_{нп} + P_{ш} + P_{нптл} = 32.000 + 400.000 + 56.000 = 488.000$ р.

Оценка экологического ущерба

Экологический ущерб $P_{экол}$ определяется по формуле

$$P_{экол} = P_{атм} + P_{вод} + P_{поч} + P_{биол.р.} + P_{отх}, \quad (9)$$

где:

$P_{атм}$ – ущерб от загрязнения атмосферы, руб.;

$P_{вод}$ – ущерб от загрязнения водных ресурсов, руб.;

$P_{поч}$ – ущерб от загрязнения почвы, руб.;

$P_{биол.р.}$ – ущерб, связанный с уничтожением биологических (в т.ч. лесных массивов) ресурсов, руб.;

$P_{отх}$ – ущерб от образования твердых отходов (засорения (повреждения) территории обломками (осколками) зданий, сооружений, оборудования и т.д.) руб.

В рассматриваемой аварии $P_{экол.} = 0$ руб.

Произведя расчет ущерба от аварии на ОПО «СИЛУР МЕТАЛЛ» при поломке насоса на установке плазменной резки Dх2500 ESAD, получаем ущерб в размере 554.000 руб.

Данные расчетов сведены в табл.1.

Таблица 1 – Оценка ущерба при аварии на ОПО

Вид ущерба	Величина ущерба, тыс. руб.
Прямой ущерб	60
в т.ч. ущерб имуществу третьих лиц	0
Расчет на локализацию/ликвидацию аварии	6
Социально-экономические потери	0
в т.ч. гибель/травмирование третьих лиц	0
Косвенный ущерб	488
в т.ч. третьих лиц	0
Экологический ущерб	0
Итого	554

Заключение. В статье рассчитан ущерб от аварии на предприятии «СИЛУР МЕТАЛЛ», произошедшей из-за поломки насоса на установке плазменной резки Dx2500 производства ESAD. Оценены экономические последствия произошедшей аварии по наиболее неблагоприятному сценарию.

Расчет показал, что сумма экономического ущерба от аварии на предприятии составила 554 тысячи 000 рублей. Наибольшие показатели потерь имеет косвенный ущерб, который составляет 89,7% от суммы ущерба.

Одним из основных способов поддержания работоспособности эксплуатируемой машины является использование ЗИП (запасные изделия и принадлежности). Учитывая последствия и сумму ущерба от поломки насоса необходимо обеспечить надежность средствами ЗИП. Произведем выбор номенклатуры ЗИП для плазменной установки ESAB Dx2500 методом инженерного анализа. Т.к. на практике накоплена информация об отказах элементов (стр. 16), то на её основе и на основе данных табл. 2 вписываем количество ЗИП для плазменной установки ESAB Dx2500 в размере 2-х насосов в постоянном наличии.

Таблица 2 – Оценка классификационных признаков основных узлов изделия

№	Классификационный признак		Оценка
	признак	характеристика	
1	Возможность контроля	контролируемый	0
		не контролируемый	1

2	Возможность отказа	возможен не возможен	1 0
3	Влияние отказа на работоспособность	отказ машины не приводит к отказу	1 0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-hiznedeyatelnosti/klassifikaciya-chrezvychaynyh-situaciy.html>

2. <http://silur.ru/>

3. <http://tutmet.ru/stanki-ustanovka-mashiny-plazmennoj-rezki-metalla.html#1>

4. <http://deg.ru/catalog/group35>

5. <http://www.plasmainfo.ru/technology/389/>

6. <http://gazss.ru/catalog/214/1241/>

7. Журнал «Охрана труда и социальное страхование». – 2006. – №10. – С. 12.