

ГОСМОНТАЖСПЕЦСТРОЙ СССР  
ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
ГЛАВЭЛЕКТРОМОНТАЖ

Н. Л. ГУРВИЧ

БР 83  
-187

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ  
И ОКАЗАНИЕ  
ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, АРХИТЕКТУРЕ  
И СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Москва — 1963

УДК 616—001.21

## ЧТО ТАКОЕ ЭЛЕКТРОТРАВМА?

Под действием электрического тока на организм (электротравмы) могут произойти различные нарушения его функций в зависимости от силы тока и длительности воздействия. Ток в несколько миллиампер вызывает лишь неприятное ощущение электрического раздражения. Более сильный ток может вызвать тяжелые нарушения дыхания и кровообращения, которые иногда приводят к смертельному исходу. Величина тока, протекающего через организм, определяется как напряжением сети, так и сопротивлением тела, различным при сухой или влажной коже и различных условиях поражения.

Воздействие электрического тока на организм может произойти при самых разнообразных обстоятельствах. Наиболее частой причиной электротравмы является случайное прикосновение лишь к одному проводнику, присоединенному непосредственно к электрической сети. В роли другого полюса служит

земля или пол, на котором находится пострадавший. Роль «земли» могут также выполнять корпуса электроприборов или конструкции, на которых они крепятся к стенам и полу, водопроводные и канализационные трубы и любые другие металлические предметы, имеющие электрический контакт с землей. Электротравма может иногда произойти при прикосновении к предмету, который не является частью (участком) электросети или электроустановки, но оказался в контакте с ними в результате неисправности электроустановки.

Поражение током высокого напряжения может произойти без непосредственного контакта с проводником, а через искровой промежуток, который возникает при одном лишь приближении к нему. Другой вид электротравмы от сети высокого напряжения происходит от напряжения, появляющегося на поверхности земли вокруг мачт электросети или установок высокого напряжения.

## **К ИСТОРИИ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА**

Электротравматизм возник одновременно с развитием современной электротехники. Внедрение электричества в промышленность приводило к увеличению числа электротравм.

Характерным примером зависимости электротравматизма от электрификации яв-

ляется относительное число смертельных травм, вызванных различными причинами на предприятиях Пруссии в разные годы. В 1910 г. смертность от электротравм составляла всего лишь 0,68% от общего числа смертельных травм. В 1920 г. смертность от электротравм возросла до 1,8%, а в 1926 г. до 2,32%.

Растет из года в год смертность от электротравм и в быту. В 1925 г. по всей Германии насчитывалось до 300 смертельных случаев от поражения электрическим током. В послевоенное время только лишь в Федеративной Республике Германии зарегистрировано до 350 смертельных электрических поражений в год. В США перед второй мировой войной ежегодное число смертельных случаев от поражения электротоком составляло 600—1000. В настоящее время в США ежегодно погибает от поражения электрическим током около 1200 человек, что превышает число погибающих от авиационных катастроф. По всем капиталистическим странам число погибающих от электротравм составляет около 15 000 человек в год.

## **КОГДА И КАК ПРОИСХОДИТ ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

Электрический ток невидим. У человека нет специального органа чувств для его обна-

ружения до момента непосредственного прикосновения к источнику напряжения. В связи с широким применением электрической энергии во всех отраслях народного хозяйства и в быту можно без преувеличения сказать, что опасность поражения током является одной из наиболее распространенных в быту. Жертвами электрического тока могут быть взрослые и дети, мужчины и женщины, рабочие на производстве и домашние хозяйки. Особо поразительным является тот факт, что относительно часто поражаются люди, которые постоянно работают с электрическим током и должны хорошо знать и строго соблюдать правила электробезопасности.

Расследование обстоятельств поражения почти всегда позволяет установить, что причиной служило грубое нарушение техники безопасности самим пострадавшим или его товарищами по работе. Доказательством этого положения служат данные о 37 случаях смертельных электротравм, зарегистрированных за последние 6 лет (1957—1962 гг.) на ряде крупных предприятий (см. таблицу).

Как видно из данных таблицы, из общего числа 37 поражений 13 электротравм произошли при работе под напряжением на различных установках предприятий и на внутренней электросети. В числе этих 13 электротравм пять произошли в трансформаторных подстан-

Обстоятельства поражения	Число поражений	% к общему количеству
Работа под напряжением на электроустановках и на внутренней электросети . . . . .	13	35,2
Работа по натяжению проводов воздушных линий электропередачи (ВЛ) . . . . .	9	24,3
Работа на опорах сети низкого напряжения . . . . .	2	5,4
Работа на линии электропередачи без вывешивания щита . . .	3	8,1
Работа подъемного крана в запрещенной зоне ВЛ высокого напряжения . . . . .	3	8,1
Работа с электрифицированным инструментом, имевшим пробой на корпус . . . . .	5	13,5
Попадание напряжения на посторонние предметы . . . . .	2	5,4
<b>В с е г о .</b>	<b>37</b>	<b>100</b>

циях при работе по установке или отсоединению трансформатора, три — при проверке или прокладке внутренней проводки; одна — при ремонте пусковой кнопки под напряжением; одна — при накидывании оголенного провода от сварочного трансформатора на рубильник. Девять электротравм произошли во время на-

тяжения проводов воздушных линий электропередачи. Наиболее часто причиной поражения служило «случайное» прикосновение натягиваемого провода к соседним проводам, находившимся под напряжением. В других случаях имел место контакт между соседними проводами (ввиду несоблюдения установленного нормами расстояния) при перегрузке опор.

Две электротравмы произошли при работе на опорных столбах сети низкого напряжения. Причиной поражения в обоих случаях явилось прикосновение затылком к соседнему проводу, включенному в сеть 220 в.

Три электротравмы зарегистрированы в результате включения напряжения при работе на линии. Этих несчастных случаев можно было бы избежать при соблюдении правил безопасности, которыми предписывается вывешивать предупреждающий щит с надписью «Не включать, работают люди».

Две электротравмы имели место при работе автокрана на отчужденной зоне под воздушными линиями электропередачи высокого напряжения. Одно нарушение правил техники безопасности привело к другому — прикосновению стрелой автокрана к проводу, находящемуся под напряжением. Результатом этого нарушения явилась гибель двух рабочих, стоящих у автокрана.

Пять электротравм произошли при работе с электрифицированным инструментом, имевшим пробой на корпус. При работе с таким инструментом — электросверлилкой, электрогайковертом и др. — следует всегда помнить о возможности появления напряжения на металлическом корпусе в результате пробоя изоляции обмотки или помехозащитных устройств. Частые перемещения или нарушение правил хранения и эксплуатации инструмента приводят раньше или позже к повреждению изоляционного покрытия проводов. Поэтому важнейшим условием безопасной эксплуатации электроинструмента является систематическая проверка состояния изоляции обмоток и исправности заземления. Нарушение этого правила нередко приводит к печальным последствиям. К сожалению, чаще всего наличие напряжения на корпусе узнается лишь тогда, когда электроинструмент начинает «бить» при включении в сеть. В этом случае работа с ним на сухом деревянном или паркетном полу может еще закончиться благополучно. В случае же работы с таким инструментом вне помещения или на сыром цементном полу через организм может пройти ток такой силы, которая способна вызвать смертельное поражение.

Приводим описание одного случая смертельного поражения при пользовании электро-

Государственная  
Библиотека СССР  
имени  
В. И. ЛЕНИНА  
1984 г.

додержателем с поврежденной изоляцией во время электросварки на открытом воздухе. Поражение электросварщика произошло в результате прикосновения краем ладони к обнаженному проводу непосредственно возле рукоятки электрододержателя. Несмотря на сравнительно низкое напряжение (65 в) ток был достаточно сильный, чтобы вызвать поражение, поскольку пострадавший был во влажных сапогах и стоял на сырой земле.

Две электротравмы были вызваны прикосновением к металлической трубе, в которой были проложены электрические провода. В обоих случаях труба находилась под напряжением 220 в в результате присоединения к ней по ошибке фазового провода вместо нулевого. В одном из этих случаев погиб электромонтер во время работы по прокладке нового провода. В другом случае погиб кладовщик, который при попытке достать какой-то предмет с верхнего стеллажа склада случайно прикоснулся к находившейся под напряжением трубе.

Возможные случаи «кустарничания» и случайных присоединений к электросети могут раньше или позже привести к печальным последствиям. Примером этого может служить следующий случай, закончившийся, к счастью, без смертельного исхода. Электромонтер использовал для световой сигнализации привин-

ченный к стене патрон, которым давно не пользовались. Наружные провода к последнему были перерезаны. При этом, однако, остался незаметным скрытый в стене провод, соединявший патрон с одной электроустановкой. В результате такого недосмотра установка оказалась под напряжением и первая об этом случайно узнала уборщица, вытиравшая с нее пыль (что она много раз делала ранее без всякой предосторожности, поскольку установка давно была отключена от сети и частично разобрана). Уборщица получила электрический удар и сильно ушиблась при падении, но осталась жива.

Опасность прикосновения к предметам, случайно присоединенным к электрической сети, иллюстрирует пример, приведенный в недавно изданной брошюре «Электричество не прощает» (автор Ф. Соукуп, Профиздат, 1960 г., перевод с чешского). Жители одного дома стали ощущать электрические удары во время пользования умывальником. При обследовании обнаружили заземление на канализационную сеть одного неисправного радиоприемника. Это привело к появлению значительной разности потенциалов между раковинами умывальника и водопроводным краном («земля»).

Известны случаи поражения электрическим током при прикосновении к металлическим

трубам, лежащим на земле и касавшимся другим концом электрических проводов с поврежденной изоляцией.

## **ПРИРОДА ПОРАЖАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ТОКА НА ОРГАНИЗМ**

Можно с уверенностью сказать, что несчастные случаи от поражения электрическим током уменьшились бы во много раз, если бы каждый владел необходимым минимумом знаний об опасности неосторожного обращения с электроустановками и сетями. Поэтому для профилактики электротравматизма необходимо широкое ознакомление населения с опасностью действия электрического тока на организм.

Изучение природы поражения электрическим током (электротравмы) показывает, что основная опасность действия тока заключается в его способности раздражать и возбуждать живые ткани организма. В результате этой способности электрический ток вызывает судорожные сокращения мышц и общее возбуждение, которое может привести к нарушению и даже полному прекращению деятельности органов дыхания и кровообращения. Степень нарушения этих жизненно важных

функций зависит в основном от длительности и силы тока, действующего на организм<sup>1</sup>.

Определение силы тока, приведшего к электротравме, представляет некоторое затруднение, поскольку сопротивление тела человека не является постоянным и может колебаться в широких пределах (от десятков тысяч до нескольких сот *ом*) в зависимости от сухости или влажности кожи, величины поверхности контакта и других условий. По этой же причине опасность поражения не может определяться по величине одного только напряжения, поскольку при различном сопротивлении тела одинаковое напряжение может вызывать прохождение различного тока через организм.

Действие переменного тока промышленной частоты (50 *гц*) начинает проявляться при силе порядка одного миллиампера (*ма*) и ощущается в виде незначительного «зуда» на коже пальцев, прикасающихся к проводнику. При токе 3—5 *ма* раздражающее действие ощущается по всей кисти руки, держащей провод, и начинает приобретать неприятный характер. Действие тока 8—10 *ма* наряду с сильным раздражением чувствительных нервов вы-

---

<sup>1</sup> Кроме того, в меньшей мере степень поражения электрическим током зависит от частоты переменного тока и от рода тока (переменный или постоянный).

зывает произвольное сокращение мышц кисти и предплечья. Произвольные мышечные сокращения при 15 *ма* приобретают столь значительную силу, что разжатие руки становится невозможным и пострадавший оказывается как бы прикованным к проводнику. Ток указанной силы в медицине называют «неотпускающим». Действие такого тока вначале не представляет еще непосредственной опасности для жизни, но в случае длительного отсутствия помощи по освобождению пострадавшего от прикосновения к электрической цепи возникает угроза нарастания силы тока в результате понижения сопротивления тела из-за пробоя кожи или выделения пота. Способность переменного тока приковывать к себе свою жертву — частое явление при электротравме. В связи с этим при подобных случаях первая помощь пострадавшему заключается в освобождении его от действия электрического тока.

Опасность поражения более сильным током (25—50 *ма*) заключается в том, что его действие распространяется не только на мышцы рук, но и туловища, в том числе и на мышцы грудной клетки, участвующие в процессе дыхания. Судорожное сокращение этих мышц под действием переменного тока может привести к затруднению или прекращению дыхательных движений грудной клетки. Это пер-

вый пример нарушения жизненно важной функции организма в результате ненормального возбуждения, вызванного электрическим раздражением.

Опасность действия переменного тока в 25—50 *ма* не ограничивается только лишь нарушением дыхания. Раздражающее действие такого тока вызывает сужение кровеносных сосудов, приводит к повышению артериального давления и затруднению работы сердца. Поэтому при длительном прикосновении пострадавшего к цепи электрического тока наряду с затруднением дыхания наступает ослабление деятельности сердца и пострадавший теряет сознание.

Итак, в результате действия переменного тока в зависимости от его силы пострадавший испытывает: слабое или более значительное болевое раздражение, произвольное сокращение мышц руки, более сильное, «неотпускающее» судорожное сокращение и, наконец, опасные для жизни судорожные сокращения дыхательных мышц грудной клетки. Последние развиваются закономерно в соответствии с распространением действия тока при его нарастании на все более обширную область. Чем сильнее ток, тем более распространяется его воздействие и тем тяжелее последствия. Раздражающее действие переменного тока 100 *ма* проявляется непосредственно на мышцу серд-

ца, расположенную глубоко в груди. Это действие тока на организм представляет наибольшую опасность при электротравме.

В чем заключается особая опасность действия тока на сердце?

## **НАРУШЕНИЕ РАБОТЫ СЕРДЦА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА**

Как известно, нормальная работа сердца заключается в чередовании периода покоя, во время которого сердце заполняется кровью, и последующего периода возбуждения и сокращения, во время которого оно выталкивает кровь в артериальные сосуды. Основное условие для выполнения нормальной работы сердца — одновременное расслабление и сокращение всех его волокон<sup>1</sup> — обеспечивается тем, что импульсы к возбуждению поступают из особого очага нервных клеток, в котором возбуждение зарождается периодически, примерно один раз в секунду. В случае внешнего раздражения сердца переменным током отдельные его волокна испытывают 50 раздражений в одну секунду, что приводит к полно-

---

<sup>1</sup> В действительности распространение возбуждения по сердцу происходит не мгновенно, а продолжается примерно несколько сотых долей секунды.

му разладу их деятельности. Не поспевая за чрезмерно частыми раздражениями, одни волокна сокращаются в одном ритме, другие — в другом, третьи — в третьем. Возникают хаотические, разрозненные и разновременные сокращения отдельных волокон сердечной мышцы, называемые фибриллярными<sup>1</sup>. Фибриллярные сокращения сердечной мышцы (фибрилляция) происходят непрерывно, без общей паузы и не приводят к изменению объема полостей сердца.

Для фибрилляции сердца достаточно действие переменного электрического тока в течение одной-двух секунд. Прекращение действия электрического тока после наступления фибрилляции не приводит к возвращению нормальной работы сердца. В отличие от скелетных мышц, судорожные сокращения которых заканчиваются после выключения тока, дезорганизованные раздражающим действием переменного тока сокращения мышцы сердца сохраняются в таком же состоянии и после выключения тока. Причиной этому служит особое строение сердечной мышцы, все волокна которой соединены между собой, что позволяет возбуждению непрерывно передаваться с одних волокон к другим и совершать замкнутое круговое движение по сердцу. Та-

---

<sup>1</sup> Фибрилла — волокно, по-латыни.

кая круговая передача возбуждения с одних волокон на другие возникает закономерно в сердце при чрезмерно частом его раздражении. Это состояние известно под названием — фибрилляция сердца. При наблюдении такого сердца можно видеть пробегающие по его поверхности быстрые и мелкие сокращения небольших участков, размер которых не превышает 1 см в длину и нескольких миллиметров в ширину. Ощупывание сердца в этом состоянии дает характерное ощущение червеобразных движений.

При наступлении фибрилляции работа сердца и кровообращение в организме прекращаются, что приводит к смерти.

Вопрос о том, при каких условиях поражения может возникнуть фибрилляция сердца, представляет особый интерес для техники электробезопасности. Для изучения этого вопроса проверялось действие переменного тока на животных, имеющих вес тела, близкий к весу тела человека (овцы, козы, свиньи и телята). Животные правой передней и левой задней конечностями включались в цепь переменного электрического тока на три секунды. При испытании действия переменного электрического тока силой менее 100 ма у подопытных животных почти не было случаев фибрилляции сердца. При токе 100 ма фибрилляция сердца наступала у небольшого числа испыты-

емых животных. Чем сильнее был ток, тем большее число животных погибало из-за наступления фибрилляции сердца, а при токе 300 *ма* погибали почти все подопытные животные. Закономерность возникновения фибрилляции сердца при строго определенной силе тока была подтверждена при изучении действия тока на животных в Лаборатории экспериментальной физиологии Академии медицинских наук СССР. Такие опыты проводились многократно на одних и тех же собаках (которые оживлялись каждый раз после наступления у них фибрилляции сердца), что позволило многократно измерить силу тока, вызывающую фибрилляцию сердца. Оказалось, что она является постоянной у каждой подопытной собаки. (Величина тока, вызывавшего фибрилляцию сердца у собак, ниже, чем у овец и коз, и составляет 50 — 60 *ма* у собак весом 10—12 *кг* и 70 — 90 *ма* у собак весом до 20 *кг*.)

Установленный, таким образом, факт закономерного наступления фибрилляции сердца при строго определенной силе тока показывает, что опасность смертельного поражения зависит от силы тока, протекающего через организм.

На основании установленных экспериментально данных о величине переменного электрического тока, вызывающего наступление фибрилляции сердца у животных, имеющих

вес тела, равный весу тела человека, принято, что смертельно опасное значение переменного тока для человека составляет  $100\text{ ма}$ . Указанной величиной переменного тока руководствуются при установлении норм безопасного напряжения переменного электрического тока. Опасным считается то напряжение, которое при наименьшем сопротивлении тела может создать электрический ток порядка  $100\text{ ма}$ .

Это положение подтверждается также данными статистики несчастных случаев с электрическим током. Естественно, что при этом отсутствовали данные о силе тока, вызвавшей смертельное поражение. Примерная сила тока в таких случаях определяется путем вычисления отношения величины напряжения к величине предполагаемого сопротивления тела пострадавшего. Последнее может значительно колебаться в зависимости от условий контакта. Учет этих колебаний позволяет убедиться в том, что величина тока, вызывающего смертельное поражение человека, близко совпадает с величиной тока, вызывающей фибрилляцию сердца в эксперименте на животных, как это видно на основе следующих соображений.

Хорошо известно, что прикосновение пальцами к «бьющему» электроприбору при нахождении на сухом деревянном или паркетном полу часто ограничивается одним лишь слабым ощущением раздражающего действия то-

ка. Как известно, такой эффект получается при действии переменного тока силой  $1-3$  ма. Ток указанной силы при напряжении сети  $127$  в может быть в том случае, если сопротивление в цепи будет порядка  $100-40$  тыс. ом. Воздействие переменного тока того же напряжения может вызвать, однако, смертельное поражение при нахождении пострадавшего на влажном полу или при одновременном прикосновении к металлическому предмету, присоединенному к «земле» (водопроводу, радиаторам центрального отопления и т. д.). При таких условиях сопротивление тела человека может быть менее  $1000$  ом и ток, следовательно, может превысить минимальную смертельно опасную величину —  $100$  ма.

Об этом же свидетельствуют факты относительно более частого смертельного исхода при поражении переменным током напряжением  $220$  и  $380$  в. Такие напряжения способны даже при более значительном сопротивлении тела — порядка  $5-10$  тыс. ом — создать проходящий через организм ток, превышающий величину «неотпускающего» тока, и приковывать к себе свою жертву. При низком же сопротивлении тела (например, при нахождении пострадавшего на сырой земле) переменный ток напряжением  $220$  и  $380$  в приводит к смертельному поражению вследствие наступления фибрилляции сердца. При низком сопротивле-

нии тела напряжение 220 в, и тем более 380 в, создает в организме ток, значительно превышающий 100 ма, и, следовательно, достаточной силы, чтобы вызвать фибрилляцию сердца.

При особых условиях, например при контакте проводника непосредственно с грудной клеткой, наблюдались случаи смертельного исхода при поражении переменным током напряжением всего 36 в. Сила тока в таких случаях может быть и менее 100 ма. Однако при близком расположении места контакта с проводником к сердцу ток через этот жизненно важный орган может достигнуть смертельно опасного значения (обычно так бывает при прохождении тока от руки к ногам). Опасность прикосновения грудью к источнику напряжения вынуждает принимать особые меры предосторожности при работах в сырых и тесных помещениях и установить для таких работ другие пределы опасного напряжения: 12 в при работах, проводимых в котлах, и 36 в — в сырых помещениях.

Вышеизложенное показывает, что реакция организма человека на действие электрического тока при электротравме происходит в строго закономерной зависимости от силы тока наравне с тем, как это наблюдается и при экспериментальном изучении действия тока на животных. Такое же совпадение между данными

эксперимента и данными статистики электротравм наблюдается и в отношении эффекта действия более сильных токов.

## ДЕЙСТВИЕ ТОКА ПРИ ВЫСОКОМ НАПРЯЖЕНИИ

Давно были отмечены поразительные случаи выживания людей, подвергшихся действию тока большой силы при высоком напряжении. Еще Елинек — один из первых исследователей электротравматизма — описал случай выздоровления пострадавшего после поражения, которое привело к сгоранию предохранителя на 40 а. Удивление, вызванное такими неожиданными последствиями действия тока при высоком напряжении, понятно, если вспомнить, что ток при низком напряжении осветительной сети нередко приводит к смертельному поражению. Такое парадоксальное несоответствие между силой тока и результатами его действия на организм нашло, однако, исчерпывающее объяснение при испытаниях действия сильного тока на животных. Эти испытания показали, что действие тока при высоком напряжении вызывает не фибрилляцию, а лишь временную остановку сердца, которое после выключения тока возобновляет свою нормальную деятельность. Измерение силы тока, протекающего непосредственно через сердце (в опытах

на собаках), показало, что ток 10—15 *ма* вызывает фибрилляцию; ток 0,8 *а* (через широкие электроды, наложенные по обеим сторонам сердца) фибрилляцию не вызывает, а ток силой более одного ампера даже способен прекратить фибрилляцию сердца. Способность тока указанной (и бóльшей) величины прекратить фибрилляцию широко используется в настоящее время в клиниках для восстановления деятельности сердца, нарушенной во время операции и от других причин.

Таким образом, выживание людей, оказавшихся под высоким напряжением и подвергшихся действию тока в десятки ампер, можно объяснить тем, что под действием такого тока не возникает фибрилляции сердца. Столь противоречивые на первый взгляд последствия действия слабого и сильного тока на организм связаны с особенностями реакции сердца на действие тока различной силы. Прохождение тока 0,1—5 *а* через организм вызывает фибрилляцию сердца и нарушает его работу; более сильный ток не вызывает такого нарушения работы сердца. Кратковременное действие сильного тока вызывает нарушение функций нервной системы, что приводит к длительной остановке дыхания. Однако пострадавший может остаться в живых, если своевременно начать проводить искусственное дыхание.

При более продолжительном действии то-

ка высокого напряжения может наступить смерть из-за тяжелых физических повреждений, причиняемых таким током (обширные и глубокие ожоги, а также разрушение внутренней структуры тканей организма). Однако известны случаи выздоровления людей после электротравм, вызвавших даже обугливание и последующее выпадение значительных участков костей черепа.

## **ОПАСНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ДРУГИХ ВИДОВ ТОКА**

Постоянный ток способен при достаточной силе вызвать те же нарушения жизненных функций организма, которые вызываются переменным током: прекращение работы сердца и остановку дыхания. «Неотпускающий» эффект действия постоянного тока наблюдается, однако, при значительно большей силе, чем переменного. Опасность наступления фибрилляции сердца и смертельного поражения организма от действия постоянного тока возникает при напряжении, превышающем в 4—5 раз опасное напряжение переменного тока.

Опасность действия на организм постоянного тока высокого напряжения основана на том же поражающем эффекте физического действия тока (ожоги и разрушения структуры тканей), который свойствен действию пе-

ременного тока большой силы. Первичной причиной смерти при поражении постоянным током высокого напряжения обычно бывает остановка дыхания.

**Импульсный ток**, например при разряде конденсатора, вызывает такой же эффект, как и кратковременное действие постоянного тока. Опасность действия импульсного тока определяется его мощностью. При испытаниях на собаках и обезьянах действие импульсного тока вызывало в ряде случаев поражение сердца или остановку дыхания при силе тока 30—75 *a* и продолжительности импульса 1 *мсек.* Более часто, однако, животные переносили действие таких импульсов без смертельного исхода. Решающее значение в исходе электротравмы, вызванной импульсным током, имеет, по-видимому, путь, по которому ток проходит через организм. Наиболее опасным является прохождение тока через грудную клетку, которое может привести к остановке сердца и прекращению дыхания вследствие непосредственного воздействия тока на сердце и спинной мозг.

Приводим описание одного случая поражения разрядом батареи конденсаторов с общей емкостью 1 *мкф* при напряжении 30 *кв.* Пострадавший, по его словам, почувствовал, будто «мясо полностью отделилось от костей». Он не мог двигаться и звать на помощь. По-

страдавший был неспособен более двух месяцев, но впоследствии полностью выздоровел.

**Токи высокой частоты**, не проявляющие раздражающего действия на ткани, не оказывают и поражающего эффекта на организм. Нельзя, однако, полностью исключить опасность обращения с токами высокой частоты. В случае наличия в цепи контакта, обладающего выпрямляющими свойствами (такое свойство проявляет, например, искровой промежуток), переменный ток высокой частоты может приобретать все опасные свойства постоянного тока.

Недавно был описан случай смертельного поражения током высокой частоты, применявшимся для проведения лечебной процедуры — диатермии. При расследовании причин поражения было установлено, что электроды на больного были наложены неопытным лицом и не имели тесного контакта с кожей. Место плохого контакта служило, по-видимому, выпрямителем, в результате чего переменный ток высокой частоты преобразовался в постоянный пульсирующий ток, который явился причиной смертельного поражения.

Известны случаи смертельных поражений при работе на линиях радиотрансляции без предусмотренных предосторожностей. Возможность поражения обусловлена тем обстоя-

тельством, что переменный ток высокой частоты, на котором производится передача, временами приобретает опасные свойства тока низкой частоты. Такое опасное явление возникает на линиях трансляции в результате наложения на основную (высокую) частоту передачи колебания низкой частоты (порядка 25—150 гц).

## **ДВЕ ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ НАСТУПЛЕНИЯ СМЕРТИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ**

Из приведенных выше примеров ясно, что наступление смерти при электротравме может быть вызвано одной из двух причин: остановкой дыхания или прекращением работы сердца. При каких условиях поражения можно ожидать то или другое нарушение жизненных функций организма?

Как мы уже говорили, первая опасность раздражающего действия переменного тока возникает при токе 25—50 ма. Такой ток затрудняет дыхательные движения грудной клетки вследствие судорожного сокращения дыхательных мышц и может привести к удушению пострадавшего. Опасность удушения возрастает по мере нахождения пострадавшего в цепи

электрического тока. При более быстром его освобождении от действия тока опасность смертельного поражения сравнительно невелика.

Наибольшую опасность для жизни при электротравме представляет ток, превышающий 100 *ма*. Опасность прохождения такого тока через организм имеется при напряжении 110 *в* и даже 65 *в* в случае низкого сопротивления тела (влажные руки или ноги, нахождение на сырой земле или на полу, хорошо проводящем ток). При этих условиях через тело пострадавшего протекает ток достаточной силы, чтобы оказать непосредственное воздействие на сердце и вызвать его поражение. Для этого достаточно кратковременного воздействия тока в течение 1—2 *сек*. В данном случае дыхание может еще продолжаться в течение нескольких минут после освобождения пострадавшего от нахождения в цепи электрического тока. Иногда бывает так, что в это время пострадавший успевает еще сказать несколько слов и затем теряет сознание. Присутствующие при этом уверяют затем, что пострадавший еще долго «жил» после поражения. Но в действительности у него в это время уже прекратилась работа сердца: еще во время действия тока возникла фибрилляция.

При поражении током высокого напряжения фибрилляция сердца может не наступить

[исключение представляют случаи наличия большого сопротивления в цепи, вследствие чего ток не достигает той силы (более 5—10 а), при которой не наступает фибрилляция сердца]. В результате поражения током большой силы чаще прекращается дыхание. Отсутствие своевременной помощи (проведение искусственного дыхания) может и в таких случаях привести ко вторичной остановке сердца в результате прекращения доступа кислорода в организм при остановке дыхания.

При рассмотрении вопроса об оказании помощи пострадавшим от действия электрического тока весьма важно знать, что нарушение одной из двух основных жизненных функций организма (дыхания или работы сердца) в случае задержки в оказании помощи быстро приводит к прекращению второй функции. Отсутствие дыхания приводит к остановке сердца; таким же образом отсутствие работы сердца и кровообращения в организме имеет своим следствием остановку дыхания. Повреждения, вызванные непосредственно действием тока при электротравме, могут быть сами по себе незначительными и, как правило, они легко обратимы при быстром оказании помощи. К сожалению, однако, помощь при электротравме не всегда поспевает вовремя. Оставление пострадавшего хотя бы на 2 мин без дыхания или кровообращения приводит

к ухудшению его состояния вследствие длительного отсутствия снабжения организма кислородом. Недостаток кислорода в организме наступает одинаково быстро как при отсутствии дыхания, так и при отсутствии кровообращения. Прекращение обеих этих функций приводит к новому состоянию организма, которое характеризуется как состояние клинической смерти.

Под этим названием — клиническая смерть — понимают тот период умирания организма, который наступает вслед за прекращением видимых признаков жизни: дыхательных движений и сердцебиений. Понятие — клиническая смерть — было предложено проф. В. А. Неговским для обозначения того периода времени умирания организма, в течение которого развитие смерти еще может быть приостановлено, а жизнь сохранена при оказании соответствующей помощи. Продолжительность периода умирания бывает различной в зависимости от причин наступления смерти и состояния организма к этому времени. При внезапной смерти здорового человека от внешней причины, как это бывает обычно при электротравме, период клинической смерти (то есть обратимой!) более продолжителен и врач может с помощью определенных мероприятий по оживлению организма спасти пострадавшего даже в случае начала оказания помощи через

7—8 мин. Это было доказано экспериментом над животными, которым наносили смертельное поражение электрическим током.

Естественно, что при отсутствии врачебной помощи мероприятия, проведенные товарищами по работе, не могут быть столь эффективными; но зато они имеют то преимущество, что могут быть начаты непосредственно после поражения и предупредить таким образом развитие клинической смерти.

### **ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ЭЛЕКТРОТРАВМЕ**

Оказание помощи при несчастных случаях, вызванных электрическим током, подразделяется на два этапа:

1) освобождение пострадавшего от дальнейшего соприкосновения с цепью электрического тока;

2) оказание медицинской помощи.

Быстрое освобождение пострадавшего от действия тока может быть достигнуто выключением цепи электрического тока с помощью ближайшего выключателя (рубильника) или путем вывинчивания пробок на щите. В случае отдаленности выключателя от места происшествия можно перерезать провода или перерубить их топором (каждый провод в отдельности!), приняв меры предосторожности во избежание контакта оказывающего помощь с

целью электрического тока (обернуть рукоятку режущего инструмента сухой, шелковой, шерстяной или прорезиненной тканью, топор должен иметь деревянную рукоятку). В условиях подземных работ, где имеется опасность взрыва, провода нельзя перерезать, так как при этом может возникнуть искра.

При невозможности быстрого отключения тока необходимо оттянуть пострадавшего от провода или же при поражении от оборвавшегося конца провода отбросить последний сухой палкой.

При оттягивании пострадавшего от провода, оказывающему помощь необходимо принять меры предосторожности, чтобы самому не оказаться под напряжением: надеть изолирующие резиновые перчатки или галоши, обернуть свои руки сухой тканью, подложить себе под ноги изолирующий предмет — сухую доску, стекло, эбонит или, в крайнем случае, свернутую сухую одежду. Оттягивать пострадавшего от провода следует за концы его одежды, не прикасаясь при этом к его телу незащищенными руками. В случае судорожного обхвата провода можно раскрыть руки пострадавшего, отрывая его от провода последовательным отгибанием отдельных пальцев. Такое действие можно проводить только в резиновых перчатках и находясь на изолирующей от земли подставке. Если пострадавший находится в созна-

нии, можно содействовать его освобождению от провода советом: «Подскочи!», «Падай!».

Когда освобождение от соприкосновения с цепью электрического тока связано с опасностью падения с высоты, необходимо принять меры для предохранения пострадавшего от ушибов при падении.

Мероприятия по оказанию помощи после освобождения от действия цепи электрического тока определяются в зависимости от состояния пострадавшего. При сохранении у него дыхания и пульса его следует осторожно отнести с места поражения, уложить на постель, расстегнуть одежду, снять пояс и предложить ему соблюдать строгий покой. Сохранение жизни непосредственно после поражения не исключает опасности ухудшения состояния пострадавшего в более позднем периоде. Основной принцип помощи в таких случаях — соблюдение полного покоя. Нельзя позволить пострадавшему подниматься и тем более продолжать работу. Для наблюдения и оказания помощи следует немедленно вызвать врача, который должен решить вопрос о дальнейшем лечении пострадавшего.

При отсутствии дыхания или пульса у пострадавшего помощь должна быть направлена на восстановление этих жизненных функций организма искусственным путем.

До недавнего времени основным видом по-

мощи при смертельных поражениях являлось искусственное дыхание. Это мероприятие не было эффективным во всех случаях электротравмы, но тем не менее спасало жизнь многим людям, пострадавшим от действия электрического тока.

Эффективность искусственного дыхания зависит от того, как скоро его начали проводить после поражения, что наглядно иллюстрируется данными следующей таблицы (Коувенховен и Милнор, Trans Actions, № 76, 1957 г., США).

Искусственное дыхание началось через	Общее число пострадавших	Число оживленных
0,5 мин	28	13
1,2 "	12	4
3 "	15	0

В таблице приведены 55 случаев электротравм; все они были вызваны током высокого напряжения — 2000—8000 в. Как известно, при поражении таким током более вероятной причиной смерти следует считать остановку дыхания, а не наступление фибрилляции сердца. При этом условии применение искусственного дыхания является наиболее успешным. Для этого, однако, необходимо начать его прово-

дить в течение первых 2 мин после поражения. В случае же запоздания до 3 мин проведение одного только искусственного дыхания недостаточно для оживления пострадавших, как это видно из приведенных данных.

## КАК ПРОВОДИТЬ ИСКУССТВЕННОЕ ДЫХАНИЕ

Проведение искусственного дыхания широко известными способами (по Сильвестру, Шеферу и др.) не обеспечивает поступления достаточного количества воздуха в легкие и чрезвычайно утомительно. Поэтому в последние годы стали применять другой, более эффективный метод искусственного дыхания. При этом оказывающий помощь после 2—3 глубоких вдохов вдувает воздух из своих легких в рот или нос пострадавшего. Этот метод обеспечивает значительно больший объем вдыхаемого воздуха (до 1 л и более) и его легче проводить. В ряде стран сейчас проводится широкое обучение населения этому способу оживления, применявшемуся еще в самые древние времена. Такой способ искусственного дыхания получил название «изо рта в рот» (рис. 1).

Начиная проводить искусственное дыхание этим способом, необходимо в первую очередь обеспечить свободную проходимость верхних

дыхательных путей, которые могут быть закрыты у пострадавшего запавшим языком и накопившейся в дыхательных путях слизью. Для обеспечения свободной проходимости гортани голову пострадавшего следует отогнуть назад. Это делается следующим образом: ока-

Рис. 1. Проведение искусственного дыхания способом «изо рта в рот»



зывающий помощь становится с левой стороны лежащего на спине пострадавшего и подводит левую руку под его затылок, а правой рукой давит на лоб. Благодаря этому голова пострадавшего отгибается назад и раскрывается рот. Для сохранения достигнутого положения головы под лопатки подкладывают валик из свернутой одежды. Рот пострадавшего освобождают от слизи, вытирая ее носовым платком, марлей или краем рубашки.

Очистив полость рта, оказывающий помощь делает два-три глубоких вдоха, а затем вдвует воздух из своего рта в рот (или нос) пострадавшего. Во избежание взаимного инфицирования (а также из-за брезгливости),

вдувание в рот или нос можно проводить через марлю или платок. Необходимо обеспечить полную герметичность при вдувании воздуха. Поэтому при вдувании в рот оказывающий помощь закрывает своей щекой или пальцами нос у пострадавшего, а при вдувании в нос — закрывает ему рот, чтобы обеспечить поступление вдуваемого воздуха полностью в легкие.

После окончания вдувания воздуха («вдоха») выдох у пострадавшего происходит самостоятельно в результате спадения грудной клетки. В это время следует освободить рот и нос пострадавшего, чтобы не мешать свободному выдоху. Оказывающий помощь в это время делает вновь два-три свободных глубоких вдоха, после чего повторяет вдувание воздуха в рот или нос пострадавшего.

Частота, с которой проводится искусственное дыхание, не должна превышать 12—16 в 1 мин. Лучше проводить дыхание в менее частом ритме, но при большей глубине вдоха: это менее утомительно и обеспечивает лучшую вентиляцию легочного воздуха у пострадавшего.

Для проведения искусственного дыхания способом «изо рта в рот» имеется специальная трубка -«воздуховод», изогнутая в виде буквы S, с круглым щитком посередине (рис. 2). Воздуховод вводится в рот пострада-

давшего выпуклой стороной к языку, а затем поворачивается на  $180^\circ$ , удерживая таким образом язык пострадавшего от западания и закрытия входа в гортань. Щиток удерживает трубку в нужном положении и плотно закры-

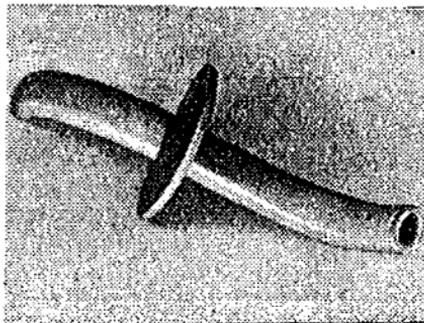


Рис. 2. Воздуховод для вдувания воздуха в рот

вает рот пострадавшего, препятствуя выходу воздуха наружу.

Эффективность искусственного дыхания проверяется по расширению грудной клетки у пострадавшего при каждом вдувании воздуха в рот. Если этого не происходит, необходимо обеспечить герметичность отверстий рта и носа при вдохе и проверить положение головы пострадавшего (не закрыта ли гортань!).

Искусственное дыхание следует проводить

до тех пор, пока у пострадавшего не восстановится собственное глубокое и ритмичное дыхание. Появление первых слабых вдохов не дает основания для прекращения искусственного дыхания. Следует только приурочивать проведение искусственного вдоха к моменту начала самостоятельного вдоха у пострадавшего.

## **ДРУГИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОЖИВЛЕНИЮ**

Не всегда, однако, удается оживить пострадавшего от электрического тока с помощью одного только искусственного дыхания. Неэффективность этого мероприятия может быть связана со следующими причинами:

1) неправильным его проведением: часто забывают проверить свободную проходимость дыхательных путей и начинают проводить искусственное дыхание при закрытом доступе воздуха в легкие запавшим языком и накопившейся в дыхательных путях слизию;

2) потерей времени до начала проведения искусственного дыхания. Исчезновение кислорода в крови при отсутствии дыхания неизбежно приводит через несколько минут ко вторичной остановке сердца вследствие асфиксии (удушение). Последующее проведение искусственного дыхания после прекращения

работы сердца уже не приведет к цели: при отсутствии кровообращения кислород из легких не будет доставляться в ткани организма и не приведет к оживлению;

3) отсутствием сокращений сердца вследствие наступления фибрилляции под действием электрического тока. При отсутствии работы сердца даже своевременно начатое и правильно проведенное искусственное дыхание само по себе не может привести к оживлению организма.

В таких случаях необходимо наряду с искусственным дыханием принимать меры для восстановления кровообращения в организме.

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА**

Существует ряд мероприятий для восстановления работы сердца в случае внезапной его остановки от разных причин. При поражении сердца электрическим током необходимо применять следующие методы восстановления его деятельности:

восстановление кровообращения в организме с помощью наружного (непрямого) массажа сердца;

устранение фибрилляции путем дефибрилляции сердца.

## Массаж сердца

Назначение массажа сердца состоит в искусственном поддерживании кровообращения в организме. Это достигается с помощью ритмических сжатий сердца, имитирующих его самостоятельные сокращения. До недавнего времени в медицине применялся прямой массаж сердца, который проводился врачом на обнаженном сердце после вскрытия грудной полости. В настоящее время проводят так называемый непрямой массаж сердца при закрытой грудной полости, надавливая на сердце через его переднюю стенку. Такой способ массажа может проводить человек любой специальности после предварительного обучения. Известны многие случаи оживления внезапно умерших людей при помощи непрямого массажа сердца, проведенного лицами немедицинской специальности. В ряде стран обучают проведению непрямого массажа сердца школьников старших классов, пожарных и население других профессий.

Непрямой массаж сердца (рис. 3) не требует никакой аппаратуры. Его можно начать немедленно, как только будет установлен факт прекращения работы сердца по отсутствию пульса у пострадавшего.

Возможность сжатия сердца через стенки грудной клетки умирающего человека связана

с резким снижением тонуса мышц, вследствие чего грудная клетка становится значительно более податливой и подвижной, чем у здоровых людей. При этом состоянии надавливани-



Рис. 3. Проведение непрямого (наружного) массажа сердца и искусственного дыхания способом «изо рта в рот» с помощью воздуховода

ем на нижнюю часть грудной кости (расположенной на передней стенке грудной клетки посередине между ребрами) сравнительно легко можно вызвать ее смещение на 3—4 см по направлению к позвоночнику. Сердце при этом сжимается между грудиной и позвоноч-

ником и кровь из его полостей выталкивается в сосуды большого и малого круга кровообращения. При последующем прекращении давления на грудину грудная клетка расправляется, что способствует поступлению крови из вен в сердце и его наполнению. С помощью непрямого массажа сердца можно длительное время поддерживать артериальное давление на достаточном уровне (до 80—100 мм рт. ст. и более) и таким образом сохранить жизнь организма до самостоятельного восстановления работы сердца после дефибрилляции.

Для проведения непрямого массажа сердца пострадавшего укладывают на спину на жесткую скамью или пол. Быстро освобождают грудную клетку от одежды, расстегивают пояс, воротник, снимают галстук. Оказывающий помощь становится с левой стороны пострадавшего и при разогнутой до отказа руке накладывает верхний край ладони (ее основание) на нижнюю часть грудины пострадавшего. Усилия одной руки недостаточно для проведения массажа: вторая рука накладывается на первую и массаж производится при согнутом положении оказывающего помощь, так что к усилию рук прибавляется и вес тела последнего.

Надавливание на грудину производится в виде быстрого толчка с силой, достаточной, чтобы сместить грудину на 3—4 см. При боль-

ших размерах грудной клетки у пострадавшего следует пытаться сместить грудину на 5—6 см. После каждого надавливания отнимают руки от грудной клетки, чтобы не мешать ее свободному расправлению.

Надавливания на грудину производят примерно один раз в секунду. Производя 3—4 надавливания, делают перерыв на 2 сек (на время вдоха и начала выдоха), затем вновь повторяют массаж сердца с указанной частотой до следующего перерыва на время вдоха и начала выдоха. По этому способу за минуту успевают производить 48—50 нажатий на грудину при частоте искусственного дыхания 10—12 раз в одну минуту. Следует остерегаться надавливать на грудину во время вдоха: этим препятствуют дыханию, а при отсутствии дыхания массаж сердца теряет свою эффективность.

Первую помощь пострадавшему от электрического тока может вначале оказывать один человек. При отсутствии пульса у пострадавшего оказывающий помощь делает 2—3 глубоких вдувания воздуха, после чего проводит массаж сердца в течение 15—20 сек и прерывает его для повторения искусственного дыхания в виде 2—3 глубоких вдуваний, после чего вновь повторяет массаж в течение 15—20 сек и т. д.

При правильном проведении массажа серд-

ца каждое надавливание на грудину сопровождается пульсацией крупных артерий. Другими признаками эффективности массажа сердца является сужение зрачков, появление у пострадавшего самостоятельного дыхания и уменьшение синюшности кожи и видимых слизистых оболочек.

Для повышения эффективности массажа рекомендуется приподнять ноги пострадавшего и оставить их в таком положении, пока продолжается массаж. Этим обеспечивается лучший приток крови к сердцу из вен. Следует также проверять эффективность искусственного дыхания и следить за расширением грудной клетки пострадавшего при каждом вдувании воздуха в рот.

Массаж сердца и искусственное дыхание следует продолжать до появления у пострадавшего самостоятельного дыхания и восстановления деятельности сердца. О восстановлении деятельности сердца узнают по появлению собственного пульса у пострадавшего. Убедиться в этом можно, прерывая массаж на несколько секунд; если пульс при этом сохраняется, это указывает на восстановление самостоятельной работы сердца. При отсутствии же пульса следует немедленно возобновить массаж.

Длительное отсутствие пульса при появлении других признаков оживления организма

(узкие зрачки, самостоятельное дыхание) может служить указанием на наличие у пострадавшего фибрилляции сердца. В таких случаях следует подготовиться к его дефибрилляции (вызов машины скорой помощи с дефибриллятором должен быть сделан без промедления во всех случаях электротравмы одновременно с началом оказания помощи пострадавшему на месте происшествия).

### Электрическая дефибрилляция сердца

Для прекращения фибрилляции (дефибрилляции) сердца имеется специальный аппарат — электрический дефибриллятор (рис. 4 и 5).

Основной принцип электрической дефибрилляции заключается в кратковременном — в одну сотую долю секунды — воздействии на сердце сильным током. В результате сильного электрического раздражения происходит одновременное возбуждение всех волокон сердечной мышцы и фибрилляция прекращается.

Сила тока, прекращающая фибрилляцию сердца, превышает минимальную силу тока, способную вызвать это нарушение, более чем в сто раз. Непосредственно через сердце при этом проходит ток свыше 5 а. Однако при кратковременной продолжительности воздействия прохождение такого электрического то-

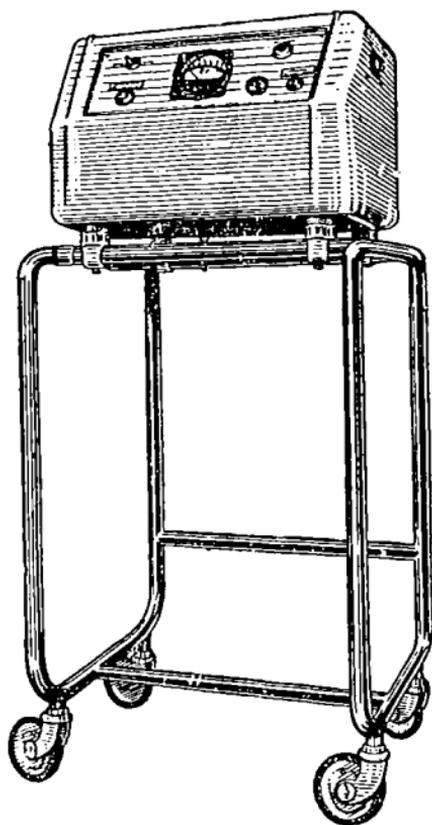


Рис. 4. Внешний вид импульсного дефибрилятора

ка не оставляет каких-либо видимых вредных последствий.

Применяемый в лечебных учреждениях Советского Союза импульсный дефибриллятор ИД-1-ВЭИ\* генерирует одиночные электриче-

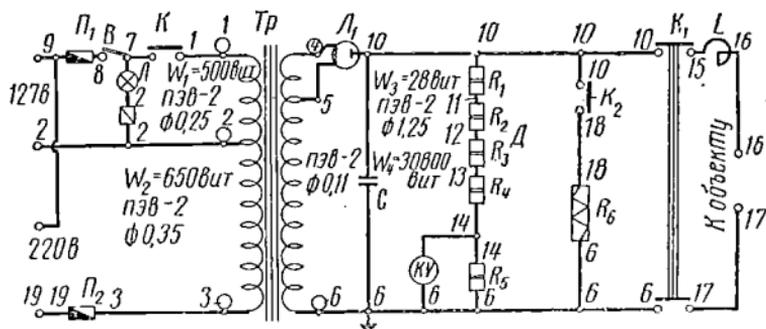


Рис. 5. Принципиальная схема дефибриллятора

*В* — выключатель; *Л* — сигнальная лампа; *К* — зарядная кнопка; *П<sub>1</sub>* и *П<sub>2</sub>* — предохранители; *Тр* — трансформатор; *Л<sub>1</sub>* — кенотрон; *С* — конденсатор; *KV* — киловольтметр; *К<sub>1</sub>* — высоковольтная кнопка на две цепи; *К<sub>2</sub>* — высоковольтная кнопка на одну цепь; *R* — разрядное сопротивление; *L* — катушка индуктивности; *З* — клемма заземления; *Д* — делитель напряжения

ские импульсы продолжительностью 10 мсек с напряжением на выходе до 2 кв. Основной частью дефибриллятора является конденсатор

\* Изготавливается на опытном электромеханическом заводе Всесоюзного электротехнического института им. Ленна, Москва.

емкостью около 20 мкф с рабочим напряжением до 6 кв. В цепи разряда конденсатора имеется индуктивное сопротивление 0,25—0,28 гн, назначение которого — обеспечить относительное постоянство продолжительности разряда при возможных колебаниях сопротивления объекта в пределах 60—80 ом. Наличие индуктивности в цепи разряда снижает величину напряжения на выходе аппарата в три раза по сравнению с напряжением на конденсаторе.

Одним из важных условий для дефибрилляции является равномерное протекание тока через все сердце. Для выполнения этого условия применяются широкие электроды, размер которых примерно равен размеру сердца (7—8 см). Дефибрилляция сердца через стенки грудной клетки происходит при напряжении разряда (на конденсаторе) 4000—4500 в; один электрод при этом накладывается на область верхушечного толчка сердца, другой — под левую лопатку.

Одним только прекращением фибрилляции сердца можно восстановить его работу в случае кратковременной фибрилляции, продолжавшейся не более 1—1,5 мин. После более продолжительной фибрилляции сердце теряет свою работоспособность из-за нарастания гипоксии (недостатка кислорода в крови). В таких случаях прежде чем проводить дефибрил-

ляцию, необходимо устранить гипоксию сердца с помощью массажа.

После прибытия врача продолжают принимать меры по оживлению на месте. Попытка доставить пострадавшего на пункт медицинской помощи или в больницу неизбежно приводит к ухудшению дыхания или перерыву искусственного дыхания и массажа сердца, что представляет наибольшую опасность при том состоянии гипоксии, в котором находится пострадавший.

Подготовка к дефибрилляции сердца проводится без прекращения массажа и искусственного дыхания. Большой пластинчатый электрод от дефибриллятора подкладывают под левую лопатку пострадавшего; на поверхность электрода накладывают марлевую салфетку (или лоскут другой хлопчатобумажной ткани), смоченную соевым (или содовым) раствором. Другой электрод (также увлажненный соевым раствором) с помощью изолирующей рукоятки плотно и равномерно прижимают к поверхности грудной клетки в области прилегания сердца между левым соском и левым краем грудины и производят разряд. Все это производится быстро, чтобы не прервать массаж более чем на 3—5 сек и не дать развиться гипоксии. Напряжение разряда, необходимое для дефибрилляции сердца, равно примерно 4000 в. В случае недостаточности

этого напряжения продолжают массаж 2—3 мин, а затем повторяют разряд при увеличении напряжения до 4500 в.

В случае успешной дефибрилляции непосредственно вслед за ней можно обнаружить появление самостоятельной работы сердца (пульса). Иногда для этого требуется продолжить массаж сердца в течение 2—5 мин. Следует быть осторожным с повторением разряда. Возможно, что фибрилляция прекратилась, но сокращения сердца малоэффективны. Поэтому при отсутствии прямого доказательства продолжения фибрилляции (таким доказательством может служить только прямое наблюдение записи фибриллярных осцилляций на электрокардиографе) следует продолжать массаж еще 5—10 мин, а затем, убедившись в отсутствии пульса, повторить дефибрилляцию при несколько повышенном напряжении разряда (4300—4500 в).

В случае недостаточной эффективности массажа сердца (отсутствие дыхания и пульса в крупных артериях при массаже) дефибрилляция сердца не приводит к восстановлению его деятельности. В таких случаях можно повысить эффективность массажа введением в вену (или в сердце) 3—5 мл раствора адреналина 1 : 10 000. Введение адреналина можно повторять через каждые 5 мин при продолжении массажа сердца, пока не появятся

признаки оживления организма (последние мероприятия проводит врач).

Современная наука об оживлении организма (реаниматология) позволяет сказать с твердой уверенностью, что жизнь пострадавшего от действия электрического тока может быть сохранена, если своевременно начать и правильно проводить мероприятия по оживлению. Исключения могут составлять лишь сравнительно редкие случаи электротравм с тяжелыми обширными ожогами или тяжелыми травмами (например, при падении с большой высоты в связи с поражением).

## **СЛУЧАИ УСПЕШНОГО ОЖИВЛЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА С ПОМОЩЬЮ МАССАЖА СЕРДЦА И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ДЕФИБРИЛЛЯЦИИ**

Начиная с 1960 г. стали появляться сообщения об успешном оживлении людей, у которых поражение электрическим током вызвало наступление фибрилляции сердца. Помощь оказывалась путем проведения искусственного дыхания и массажа сердца и последующей электрической дефибрилляцией. В отличие от описанной выше методики проведения массажа (непрямой, наружный массаж сердца) в

указанных случаях массаж проводился врачом после вскрытия грудной клетки (прямой массаж сердца) по той методике, которая применялась еще недавно до внедрения непрямого массажа сердца.

Приводим описание двух случаев оживления.

1) Девочка 4 лет была поражена током при прикосновении к влажной тряпке, на которой стоял включенный в сеть пылесос. Мать, отключив пылесос, взяла на руки корчившуюся в судорогах дочку, выбежала с нею на улицу и на первой мимо проезжавшей машине доставила ее в детскую больницу. На это было потеряно не более 5 мин времени. В больнице тут же начали проводить прямой массаж сердца и искусственное дыхание. Не перерывая массаж и искусственное дыхание, ребенка перенесли в соседнюю больницу для взрослых, где имелся дефибриллятор. С помощью этого аппарата была восстановлена самостоятельная работа сердца, что позволило прекратить массаж и зашить грудную клетку. Девочка полностью выздоровела и никаких видимых последствий, помимо зарубцевавшегося шва на левой стороне грудной клетки, у нее не наблюдалось.

2) Случай поражения электрическим током и последующее оживление пострадавшего был описан в болгарской газете «Работниче-

ско Дело» 9 мая 1961 г. Приводим сокращенное изложение этого описания.

Медсестра больницы была смертельно поражена током при прикосновении к электрическому стерилизатору, находившемуся под напряжением трехфазного тока 220/380 в. Попытка оживления пострадавшей с помощью искусственного дыхания не дала результатов и через 15 мин после поражения (возможно, что в действительности этот срок был несколько меньшим) врач вскрыл грудную клетку и начал проводить прямой массаж сердца. Фибрилляция желудочков сердца продолжалась полтора часа, пока не была устранена с помощью электрического дефибриллятора. В течение всего этого времени кровообращение в организме поддерживалось искусственным путем — с помощью массажа сердца. Ввиду позднего оказания помощи (проведение одного только искусственного дыхания вначале не могло заменить работу сердца) выздоровление больной проходило постепенно. Первые три дня она не приходила в сознание. Полное выздоровление наступило лишь через три месяца.

За последние два года было еще несколько подобных случаев оживления пострадавших от электрического тока с помощью прямого массажа сердца и электрической дефибрилляции. Малочисленность таких случаев объясняется тем, что по указанной методике помощь мог-

ла быть проведена только врачом, который лишь сравнительно редко может прибыть вовремя на место происшествия. При более длительном отсутствии работы сердца и кровообращения наступают необратимые повреждения в наиболее уязвимых клетках коры головного мозга и оживление полноценного организма становится поэтому невозможным.

Но если еще недавно — два-три года тому назад — решение вопроса об оказании эффективной помощи при внезапной смерти от действия электрического тока определялось в зависимости от возможности максимального ускорения прибытия врача, сейчас для оживления пострадавших появились значительно более широкие перспективы. Возможность поддержания кровообращения с помощью наружного массажа сердца, не требующего вскрытия грудной клетки, снимает вопрос о необходимости немедленного прибытия врача для оказания первой помощи. Первая помощь при внезапной смерти от электрического тока может быть проведена человеком любой специальности. Для этого требуется лишь прохождение предварительного курса обучения современным методам оказания первой помощи наравне с тем, как ранее это практиковалось с обучением проведению различных методов искусственного дыхания и приемам накладывания повязок и жгута для остановки крово-

течения при несчастных случаях. При сравнительной общедоступности проведения непрямого массажа сердца эта методика должна стать наравне с искусственным дыханием мероприятием доврачебной помощи. В связи с возможностью оказания первой помощи любым человеком — свидетелем несчастного случая — будет решен наиболее существенный вопрос в проблеме оживления жертв электрического тока: своевременное оказание помощи для сохранения жизнеспособности организма до прибытия врача. Это позволит врачу предпринять более сложные меры (например, дефибриляция сердца) для окончательного восстановления жизненных функций организма.

Современная медицина располагает всеми необходимыми средствами для оживления людей, пострадавших от действия электрического тока. Однако для реализации этой возможности на практике требуется проведение ряда организационных мер, к числу которых в первую очередь относятся:

- 1) широкое, систематическое обучение различных категорий взрослого населения и учащихся старших классов средней школы современным методам оказания первой помощи при внезапной смерти — искусственному дыханию способом «изо рта в рот» и непрямому массажу сердца;

- 2) знание и умение производить оживле-

ние всеми категориями работников, постоянно соприкасающихся с применением электроэнергии в своей работе, наравне с обязательным для них минимумом знаний по технике электробезопасности;

3) обеспечение машин скорой помощи и врачебных пунктов на предприятиях аппаратами для устранения фибрилляции сердца, как наиболее частого осложнения при поражении электрическим током;

4) введение новой инструкции по оказанию помощи при электротравмах, в которой были бы учтены необходимость проведения новых методов оживления, а также и организационные мероприятия, обеспечивающие успешность их проведения.

---

## Содержание

	Стр.
Что такое электротравма? . . . . .	3
К истории электротравматизма . . . . .	4
Когда и как происходит поражение электрическим током . . . . .	5
Природа поражающего действия тока на организм . . . . .	12
Нарушение работы сердца под действием электрического тока . . . . .	16
Действие тока при высоком напряжении . . . . .	23
Опасность действия других видов тока . . . . .	25
Две возможные причины наступления смерти при поражении электрическим током . . . . .	28
Оказание первой помощи при электротравме . . . . .	32
Как проводить искусственное дыхание . . . . .	36
Другие мероприятия по оживлению . . . . .	40
Современные методы восстановления деятельности сердца . . . . .	41
Массаж сердца . . . . .	42
Электрическая дефибрилляция сердца . . . . .	47
Случаи успешного оживления пострадавших от электрического тока с помощью массажа сердца и последующей дефибрилляции . . . . .	53

---