

Изобретение относится к медицинской технике, а именно к устройствам для электроимпульсной обработки жидкости, преимущественно медицинских растворов, крови и ее заменителей, и может быть использовано при обработке крови, зараженной вирусом СПИД, рака и т.д.

Известно устройство для электроимпульсной бактерицидной обработки жидкости, которое может быть использовано для обработки медицинских растворов крови или ее заменителя при переливании, содержащее корпус в виде герметично соединенных вертикальной цилиндрической оболочки, крышки и днища, образующих рабочую полость, внутри которой оппозитно установлены горизонтальные электроды, закрепленные через изоляторы на цилиндрической оболочке и подключенные к источнику высокого импульсного напряжения.

При подаче высокого импульсного напряжения 32-60 кВ между электродами возникает искровой разряд, сопровождающийся мгновенной высокой температурой 15000-40000°C, выделением энергии ~ 10000 Дж в диапазоне от десятых долей до сотен микросекунд. При разряде давления в рабочей камере колеблется от  $2,5 \cdot 10^6$  Па до  $5,0 \cdot 10^6$  Па. Величина давления прямо пропорциональна мощности разряда, обратно пропорциональна его длительности зависит от коэффициента объемного сжатия жидкости. Область высокого давления включает следующие расходящиеся от центра к периферии зоны: А - зона шарового разряда, Б - зона разрушения, в которой почти все материалы разрушаются на дисперсные частицы, а биологические объекты погибают и дезинтегрируются, В - зона наклепа, в которой многие материалы разрушаются, а металлы наклепываются, Г-зона упругого воздействия, в которой возникает мощное выталкивающее действие и выброс частиц, Д - зона сжатия, в которой давление очень быстро убывает с увеличением расстояния от источника возникновения и наблюдается интенсивное перемещение жидкости. Выделение тепла в основном искровом промежутке невелико. Сама жидкость, объекты обработки и даже электроды нагреваются незначительно. Высокое импульсное давление, ударные волны и кавитационные процессы, пульсация парогазовых пузырей, процессы ионизации, различные виды излучения: ультрафиолетовое, ультразвуковое, фотонное, а также импульсное магнитное поле губительно действуют на микроорганизмы и вирусы, содержащиеся в жидкости. Это устройство позволяет производить бактерицидную обработку медицинских растворов, крови и ее заменителей.

Однако в известном устройстве не обеспечивается максимальная степень влияния факторов электрогидравлического эффекта на бактерицидную обработку жидкости, так как в известной конструкции парогазовые пузыри, губительно действующие на вирусы, занимают всего 15-20% объема жидкости, наполняющей рабочую камеру. Объясняется это тем, что отсутствуют средства, позволяющие разделить, раздробить и распределить по большому объему парогазовое облако, усилить влияние зоны Б - зоны разрушения, в которой биологические объекты погибают и дезинтегрируются. Это особенно необходимо для бактерицидной обработки крови, зараженной вирусом СПИД или рака. Кроме того, отсутствуют средства для герметичной подачи и слива обрабатываемой жидкости, обеспечивающие ее стерильность. Так, в известном устройстве после импульсной бактерицидной обработки жидкости, для ее слива необходимо произвести демонтаж крышки, в результате чего при контакте с атмосферой находящиеся в ней вирусы и бактерии попадают в обработанную жидкость.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать конструкцию так, чтобы повысить степень влияния факторов электрогидравлического эффекта на бактерицидную обработку медицинских растворов, крови и ее заменителей за счет увеличения количества кавитационных парогазовых пузырей в объеме обрабатываемой жидкости и их пульсации, и обеспечения максимальной стерильности при подаче и сливе обрабатываемой жидкости.

Решение поставленной задачи позволит более эффективно вести глубокую бактерицидную обработку медицинских растворов, т.е. добиться гибели практически всех микробов и вирусов в том числе и вирусов СПИД или рака при обработке зараженной крови или ее заменителей и в стерильном виде передать потребителю.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве для электроимпульсной бактерицидной обработки жидкости, преимущественно медицинских растворов, крови и ее заменителей, содержащем корпус в виде герметично соединенных вертикальной цилиндрической оболочки, крышки и днища, образующих рабочую полость, внутри которой оппозитно установлены горизонтальные электроды, закрепленные через изоляторы на цилиндрической оболочке и подключенные к источнику высокого импульсного напряжения, согласно изобретению, корпус снабжен горизонтальной перфорированной перегородкой, разделяющей рабочую полость на верхнюю и нижнюю камеры, каждая из которых в нижней части имеет входной и выходной патрубки, снабженные запорными клапанами, а в верхней части - переливной патрубком, снабженный запорным клапаном, выход которого соединен со входом запорного клапана входного патрубка, при этом электроды установлены в нижней камере, а крышка имеет вытяжной патрубок, который снабжен запорным клапаном и подключен к вакуум-насосу.

Новая совокупность существенных признаков позволяет повысить степень влияния факторов электрогидравлического эффекта в частности количество кавитационных парогазовых пузырей до 40-50%. Влияние парогазовых пузырей и их пульсации на биологические объекты объясняется следующим.

Известно, что образование множества кавитационных пузырей в жидкости обуславливает

мгновенные разрывы грибов, бактерий и вирусов, находящихся во взвешенном состоянии в обрабатываемой жидкости. Объясняется это тем, что кавитационные процессы сопровождаются пульсацией с постепенным затуханием в конце процесса, образованием и смыканием кавитационных пузырей даже после одного разряда происходит несколько раз в течение весьма короткого промежутка времени. При таком колебании отмечаются значительные изменения давления внутри пузырей (иногда в 1000 и даже 10000 раз). Начальное давление в парогазовом пузыре составляет около 40 кг/см. Расширение стенки происходит со скоростью 40 м/с, а общее время существования полости (пузыря) на несколько порядков превышает время возникновения самого электроимпульсного разряда и составляет примерно  $40^{-10}$  мкс. Время существования парогазовых пузырей, период цикла их пульсаций, максимальный радиус, скорости расширения и сжатия в значительной степени определяются энергией разряда и свойствами среды. С увеличением энергии разряда указанные параметры возрастают. По сравнению с первичной ударной волной кавитационного пузыря продолжительность вторичной волны в 30-45 раз больше, однако пиковое давление и величина энергии в 10 раз меньше.

При третьем цикле расширение-сжатие эти параметры соответственно еще больше изменяются вплоть до полного затухания пульсации парогазового пузыря. При такой интенсивной пульсации кавитационных пузырей происходит разрыв биологических объектов, находящихся в обрабатываемой жидкости, например крови, в том числе и вирусов СПИД и рака, а сама кровь практически восстанавливает свои природные свойства. Механизм увеличения количества кавитационных парогазовых пузырей состоит в том, что в образующийся в нижней камере в результате электроимпульсного разряда между электродами парогазовый пузырь расширяясь прорывается через отверстия в перфорированной перегородке и рассекается на множество парогазовых струй, которые пронизывая столб зараженной крови, находящейся в верхней полости, устремляются вверх, дробятся на мелкие пузыри, которые заполняют значительную часть объема ~ 40-50%. Дроблению и образованию множества парогазовых пузырей способствует также создание вакуума под крышкой, который обеспечивает вытяжной патрубком, снабженный запорным клапаном и подключенный к вакуум-насосу.

Установка входных, выходных, переливных и вытяжного патрубков с запорными клапанами обеспечивает герметичную подачу и слив обрабатываемой жидкости без демонтажа крышки, т.е. без контакта с атмосферой. Отсутствие указанных средств привело бы к необходимости при электроимпульсной бактерицидной обработке медицинских растворов в вакууме. Даже в случае гибели всех вирусов при отсутствии указанных средств пришлось бы как и в прототипе вскрывать крышку и переливать обработанный медицинский раствор или кровь. При этом при контакте с атмосферой в кровь могут попасть находящиеся в ней вирусы и микробы. Поэтому установка входных, выходных и переливных и, вытяжного патрубков позволяет вести стерильную подачу и слив обрабатываемой крови. При этом каждая камера: верхняя и нижняя могут заполняться отдельно, одновременно, автономно и различными медицинскими растворами обеспечивая одновременно максимальную стерильность.

На чертеже изображено устройство для электроимпульсной бактерицидной обработки жидкости, преимущественно медицинских растворов, крови и ее заменителей. Устройство содержит корпус 1 в виде герметично соединенных через прокладку 2 и резьбовое болтовое соединение 3 вертикальной цилиндрической оболочки 4, крышки 5 и дна 6, образующих рабочую полость 7, внутри которой оппозитно установлены горизонтальные электроды 8 из серебра, закрепленные через изоляторы 9 на цилиндрической оболочке 4 и подключенные к источнику высокого импульсного напряжения 10. Корпус 1 снабжен горизонтальной перфорированной перегородкой 11, установленной в цилиндрической оболочке 4, имеющей верхнюю и нижнюю секции 12, 13. Перфорированная перегородка 11 разделяет рабочую полость 7 на верхнюю и нижнюю. Камеры 14, 15, каждая из которых в нижней части имеет входной 16, 17 и выходной 18, 19 патрубки, снабженные запорными клапанами 20, 21, 22, 23, а в верхней части - переливной патрубком 24, 25, снабженный запорным клапаном 26. 27 выход из которого 28, 29 соединен с входом 30. 31 запорного клапана 20, 21 входного патрубка 16, 17. Электроды 8 установлены в нижней камере 15. Крышка 5 имеет вытяжной патрубок 32, который снабжен запорным клапаном 33 и подключен к вакуум-насосу 34, а также запорный патрубок 35 с запорным клапаном 36, подключенным к манометру 37.

В исходном положении все запорные клапаны 20, 21, 22, 23, 26, 27, 33, 36 закрыты. Высокое напряжение от источника 10 на электроды 8 не подается. Зараженную вирусом например СПИД или рака кровь подают через входной патрубок 16 при открытых запорных клапанах 20 и 26 до заполнения рабочей полости 7 и перелива крови через переливной патрубок 24. после чего запорные клапаны 20 и 26 закрывают. Затем открывают запорный клапан 33 и через вытяжной патрубок 32 удаляют воздух из верхней части рабочей полости 7, после чего запорный клапан 33 закрывают и открывают запорный клапан 36, ведущий к манометру 37. После этого подают высокое импульсное напряжение на электроды 8 напряжением ~32-60 кВ. В момент электроимпульсного разряда в течение нескольких микросекунд из зоны разряда вытесняется вся жидкость (в частности, кровь). При этом вокруг клапана возникает парогазовый пузырь. При пробое жидкости электрическим током высокого напряжения вокруг клапана разряда возникает область высокого давления  $2,5 \cdot 10^5 - 5,0 \cdot 10^6$  Па. Быстрый подвод большого количества электроэнергии в малый объем крови, расположенный в зазоре между электродами 8 приводит к

мгновенному подъему температуры до  $15000-40000^{\circ}\text{C}$  и значительному расширению. Парогазовый пузырь прорывается и через отверстия в перфорированной перегородке 11 рассекается на струи, пронизывая столб зараженной крови и устремляется в разряженную зону под крышкой 5 рабочей полости 7. Окружающая парогазовый пузырь жидкость оказывает значительное сопротивление этому расширению, что влечет за собой мгновенное повышение давления от  $2,5 \cdot 10^6$  до  $5,0 \cdot 10^8$  Па, которое имитирует взрыв, образование мощных ударных волн.

Возникающее тепло и высокое давление оказывают губительное действие на микроорганизмы и вирусы в зараженной крови в частности на вирус СПИД или рака. Импульсное давление, чередующееся одно за другим при серии электроразрядов, вызывает образование ударных волн.

Основное бактерицидное влияние на бактерии и вирусы, содержащиеся в зараженной крови, оказывают следующие факторы, возникающие при гидравлическом эффекте, сопровождающем импульсный электроразряд: высокое давление, ударные волны и кавитационные процессы, пульсация парогазовых пузырей, процессы ионизации и различные виды излучения, импульсное магнитное поле.

Высокое давление является главным действующим фактором электрогидравлического эффекта. В начальный момент давление на фронте волны может быть от нескольких сот до нескольких тысяч атмосфер.

Гидравлические явления, происходящие в жидкости, сопровождаются ударными волнами и кавитационными процессами и состоят как бы из двух ударов: основного гидравлического и кавитационного. Ударная волна возникает в период расширения искрового канала и при этом давление достигает нескольких десятков тысяч атмосфер. После разряда искровой канал превращается в газовый пузырь. Вблизи сферы разряда ударные волны распространяются со скоростью 1520 м/с, что в несколько раз превышает скорость распространения звука в жидкости. Искровой электрический разряд вызывает кавитацию, т.е. образование полостей в жидкости с последующим их захлопыванием, которое сопровождается интенсивными ударами. Полости и пузыри обычно заполняются паром жидкости и растворимыми в ней газами. Смыкание стенок пузырей вызывает появление кавитационного удара, дополняющего основной гидравлический удар высоковольтного разряда. Благодаря установке перфорированной перегородки 11 достигается увеличение количества кавитационных пузырей до 40-50%. Образование множества кавитационных пузырей в жидкости обуславливает мгновенные разрывы бактерий и вирусов, в частности СПИД или рака, находящиеся в обрабатываемой крови.

При этом внутренняя энергия кавитационных пузырей и кинетическая энергия окружающей их жидкости обуславливает радиальное колебание-пульсацию парогазовых пузырей. При пульсации отмечаются значительные изменения давления внутри пузыря (иногда в 1000 и даже 10000 раз). Пульсация парогазовых пузырей вызывает гибель и разрушение биологических объектов, в частности больных клеток крови, пораженных вирусом СПИД или рака.

Кроме того пробой жидкости высоковольтным импульсным электроразрядом сопровождается сильным процессом ионизации. Электроразряд между электродами 8, содержащими серебро, вызывает значительный бактерицидный эффект, который возрастает по мере увеличения их числа. Ионы серебра собираются клеточной оболочкой, что приводит к нарушению процесса деления. В случае накопления избыточного количества ионов серебра на поверхности клетки они проникают внутрь и блокируют бактериальные ферменты, в результате чего больная клетка, пораженная вирусом СПИД и рака, погибает. Электроразряд сопровождается также различными видами излучения: ультрафиолетовым, ультразвуковым, - фотонным. Ультрафиолетовые лучи являются основной причиной гибели бактериальных организмов. Высоковольтный разряд в жидкости образует ультразвуковые волны, влияющие на микроорганизмы. С увеличением напряжения, подаваемого на электроды, и расстояния между ними излучение фотонов увеличивается. Адекватно этому усиливается и бактерицидный эффект.

При мощном высоковольтном импульсном электроразряде в жидкости вокруг канала образуется сильное импульсное магнитное поле, которое является одним из эффективных факторов сложного электрогидравлического действия на биологические объекты.

При многократном электроразряде между электродами 8 в результате действия вышеперечисленных факторов электрогидравлического эффекта осуществляется глубокая бактерицидная обработка зараженной крови, при которой больные клетки, т.е. клетки, пораженные вирусом СПИД или рака, которые слабее здоровых клеток крови, погибают.

Давление в рабочей полости 7 контролируется манометром 37.

После многократного повторения электроразряда подачу высоковольтного напряжения на электроды 0 от источника 10 прекращают. Затем открывают запорный клапан 23 и через выходной патрубок 19 производят слив обработанной здоровой кропи в приемник для использования при переливаниях. Затем запорный клапан 23 закрывают и процесс повторяют.

Аналогичным образом ведут обработку заменителей кропи и биологических растворов и составов, например таких как полюглолин, гелюдез, желатиноль, глюкоза, три-соль, реонолиглютин, раствор Ренгера и другие применяемые в медицине.

В предложенном устройстве можно производить и обогащение крови, ее заменителей и физрастворов. При этом заправку устройства осуществляют следующим образом. При открытых запорных клапанах 21, 27 ведут заправку нижней камеры 15 входной патрубком 17 здоровой

кровью или физраствором до перелива через переливной патрубок 25, после чего запорные клапаны 21., 27 закрывают. После этого открывают запорные клапаны 20, 26 и через входной патрубок 16 заполняют верхнюю камеру 14 зараженной вирусом кровью до перелива ее через переливной патрубок 24, после чего запорные клапаны 20,26 закрывают. Затем открывают запорный клапан 33 и через вытяжной патрубок 32 удаляют воздух из верхней части рабочей полости 7, после чего запорный клапан 33 закрывают и открывают запорный клапан 36, ведущий к манометру 37. После этого подают высокое импульсное напряжение на электроды 8 напряжением ~ 32-60 кВ. Процесс обработки аналогичен вышеописанному. При этом зараженная вирусом СПИД или рака кровь подвергается бактерицидной обработке, бактерии и вирусы как наиболее слабые клетки крови погибают и кровь обогащается. По окончании электроимпульсной обработки открывают запорный клапан 22 и через выходной патрубок 18 производят слив обработанной крови для дальнейшего ее использования при переливании или для хранения. После опорожнения верхней камеры 14 запорный клапан 22 закрывают, открывают запорный клапан 23 и производят слив физраствора через выходной патрубок 23. По окончании слива физраствора запорный клапан 23 закрывают.

