

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ФИЛЬТРАЦИИ ГЕМОТРАНСФУЗИОННЫХ СРЕД

К.М. Аяпбергенов

ayapbergenov.kamil@mail.ru
SPIN-код: 4544-2599

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Рассмотрен исторический аспект молодежных субкультур второй половины XX в. Проанализированы причины обособления молодежи в обществе. Показана роль молодых людей в социальных и политических процессах, производстве материальных и духовных благ, истории. Даны краткий обзор и характеристика молодежных субкультур в разных странах прошлого столетия с целью их сравнения и выявления взаимосвязи. Сделан вывод о том, что неформальные объединения — это прежде всего реакция молодежной среды на социальные и политические изменения в стране и обществе, необходимая для самореализации и самовыражения «будущего». Рассмотрены основные понятия и даны определения, необходимые для понимания процесса фильтрации гемотрансфузионных сред. Представлен технико-экономический анализ рынка медицинского оборудования данной специализации, выполнено сравнение разрабатываемого комплекса с наиболее приближенными к нему аналогами. Целью работы являлось проектирование отечественного изделия с характеристиками, не уступающими характеристикам зарубежных аналогов, обладающего низкой стоимостью для конечного потребителя в рамках внутреннего рынка. Описан подробный состав автоматизированного комплекса фильтрации гемотрансфузионных сред, наглядно представлены принцип его работы и процесс эксплуатации. Изобретение относится к технически устройствам, используемым в медицине, в частности, его можно применять на станциях и в отделениях переливания крови, в хирургических и реанимационных отделениях больниц и клиник, а также в научно-исследовательских медицинских учреждениях.

Ключевые слова

Компоненты крови, лейкоциты, лейкофильтрация, аппаратно-программный комплекс, переливание крови, автоматизированный комплекс, гемотрансфузионная среда, фильтрация гемотрансфузионных сред, медицинское оборудование

Поступила в редакцию 18.10.2019

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019

Введение. Объектом исследования является автоматизированный комплекс фильтрации гемотрансфузионных сред, предназначенный для обработки протоколов процесса фильтрации в банках крови, а также на станциях и в отделе-

ния переливания крови. Компоненты крови используются в онкологии, неотложной хирургии, кардиохирургии и гематологии.

Лейкофильтрация — это процесс удаления лейкоцитов из крови и ее компонентов, предназначенных для переливания, с использованием специальных устройств — лейкоцитарных фильтров. При этом коэффициент фильтрации лейкоцитов составляет не менее 99,9 % [1–3].

Целью проведения работы является проектирование конкурентоспособного с зарубежными аналогами высокотехнологичного автоматизированного комплекса для лейкофильтрации компонентов крови с использованием современных информационных технологий, обеспечивающего существенное повышение безопасности и качества компонентов крови, а также производительности процесса лейкофильтрации.

Актуальность разработки и краткий обзор аналогов. Актуальность проблемы фильтрации донорской крови в медицинской практике связана с расширением трансфузионной активности на этапах медицинской эвакуации, а также с решением задач трансфузионного обеспечения трансплантаций костного мозга, периферических стволовых клеток, органов и тканей в гематологии, онкологии и трансплантологии [4].

Фильтрация гемотрансфузионных сред осуществляется через специальные фильтры отечественного и зарубежного производства. В настоящее время на оснащении службы крови РФ нет технических средств, обеспечивающих строгое выполнение условий фильтрации, уменьшающих влияние человеческого фактора и облегчающего труд медицинского персонала [5]. Существующие устройства не соответствуют требованиям, поскольку не обеспечивают размещение необходимого количества фильтрующих систем, удобства в работе при монтаже систем, неустойчивы при перемещении из чистой зоны в холодное помещение.

Проведенный поиск показал, что единственным аналогом автоматизированного комплекса является устройство LeukoCart [6]. Крупнейшие производители лейкофильтров (Terumo, Haemonetics, Pall, Fresenius, MacoPharma, Fenwal) поставляют на российский рынок целостные системы для службы крови с интегрированными лейкофильтрами и не выделяют стойки для лейкофильтрации в отдельную товарную позицию [7]. Однако системы иностранных производителей могут позволить себе только крупные федеральные и региональные лечебные учреждения. Возможность приобретения доступных по цене и качественных стоек для лейкофильтрации позволит оснастить также небольшие лечебные учреждения и улучшить качество медицинской помощи по всей территории РФ [8]. С этой целью и разрабатывается комплекс.

Описание автоматизированного комплекса. В состав автоматизированного комплекса (АК) для лейкофильтрации компонентов крови входят (рис. 1):

- автономная мобильная станция (АС);
- автоматический экстрактор воздуха из приемных полимерных контейнеров (АЭ);
- система дистанционного контроля и протоколирования процесса лейкофильтрации (СКП).

В свою очередь, АС состоит из следующих частей.

1. *Колесная база с ручкой.* Представляет собой раму с четырьмя колесными опорами, соединенными болтовым соединением, и ручку для удобства перемещения. Рама собрана из труб профильного и круглого сечения из коррозионно-стойкой стали. Со стороны оператора к основанию из профильной трубы привариваются вертикальные стойки. К стойкам с помощью уголков присоединяется ручка. В ручку вмонтирован переключатель режимов управления реверсивным редукторным электродвигателем. Рама предназначена для закрепления на ней колонны с электродвигателем на пластине и подносов. Две колесные опоры со стороны оператора имеют тормозной механизм для фиксации рамы в неподвижном положении. Колесные опоры могут свободно вращаться вокруг своей оси, что обеспечивает мобильность комплекса.



Рис. 1. Опытный образец АК в режиме фильтрации гемотрансфузионных сред

2. *Реверсивный редукторный электродвигатель.* Установлен на пластину рамы внутри металлического кожуха и обеспечивает подъем и опускание телескопической стойки с узлом подвески контейнеров с фильтруемыми гемотрансфузионными средами.

3. *Поддоны на вертикальных стойках.* Предназначены для расположения стерильных пакетов, в которые фильтруются гемотрансфузионная среда.

4. *Телескопическая стойка.* Представляет собой подъемный механизм узла подвески контейнеров и состоит из внешней и внутренней трубы. Внешняя труба крепится к каркасу болтовым соединением. Внутри внешней трубы находится винт, который перемещает внутреннюю трубу с помощью электродвигателя относительно внешней в диапазоне 20 см. Винт и внутренняя труба соединены с помощью втулок.

5. *Переключатель режимов (подъем-опускание).* Предназначен для переключения режимов (подъем-опускание) для плавного движения винта внутри телескопической стойки и подбора высоты узла подвески контейнеров.

6. *Узел подвески контейнеров с фильтруемыми гемотрансфузионными средами.* Предназначается для подвешивания контейнеров для переливания гемотрансфузионных сред. Узел подвески представляет собой стальной обруч прямоугольной формы из круглых прутков с прикрученными к нему крючками. Обруч соединяется с внутренней трубой с помощью горизонтального стержня и заглушки.

7. Аккумуляторная батарея.

8. Зарядное устройство аккумуляторной батареи.

Принцип работы АК. Функциональная схема АК показана на рис. 2. В лабораторном помещении с комнатной температурой размещают АС, АЭ и персональный компьютер (ПК) с установленным программным обеспечением (ПО). В библиотеку ПО с помощью считывателя штриховых кодов вносят данные каждого полимерного контейнера с фильтруемой средой, дату проведения фильтрации партии гемотрансфузионных сред, номер устройства. Партию полимерных контейнеров с фильтруемой средой размещают на крючках кронштейна колонны. Приемные контейнеры располагают на поддонах. Автономную мобильную станцию перевозят в помещение с пониженной температурой. Кнопкой управления колонну выдвигают вверх до конца. Колонна останавливается в крайнем верхнем положении автоматически, когда срабатывает концевой выключатель. После этого электронная система управления, размещенная в корпусе АЭ, устанавливает связь по радиоканалу с ПК с установленным ПО. С магистралей фильтрующих систем снимают зажимы, начинается процесс лейкофильтрации. Как только трансфузионные среды начнут перетекать из верхних контейнеров в нижние, расположенные на поддонах, электронная система управления АС автоматически распознает время начала фильтрации по изменению показаний датчиков веса, расположенных на раме, под опорными ножками поддонов. При этом электронная система управления АС передает команду на ПК о начале процесса лейкофильтрации. Также в процессе лейкофильтрации электронная система управления АС передает на ПК данные о текущей температуре помещения, в котором АС расположена. При этом ПО, установленное на ПК, записывает эти данные в базу данных для последующего формирования протокола.

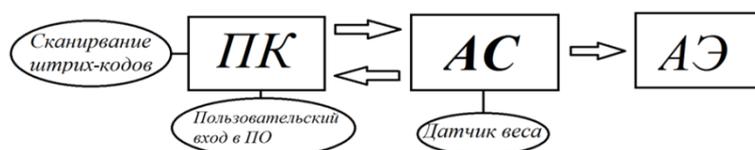


Рис. 2. Функциональная схема АК

После окончания процесса лейкофильтрации, когда все среды перетекут в приемные контейнеры, расположенные на поддонах, показания датчиков веса перестанут изменяться (станут статичными), что распознается электронной системой АС, как момент окончания фильтрации. При этом электронная система управления АС передаст на ПК по радиоканалу соответствующую информацию, а на мониторе ПК высветится соответствующее сообщение. Также сработает звуковая и световая сигнализация электронной системы управления АС.

После окончания процесса лейкофильтрации кнопкой управления опускают колонну в крайнее нижнее положение. Колонна остановится автоматически, когда сработает концевой выключатель. АС перемещают в помещение с комнатной температурой. С помощью АЭ из приемных контейнеров извлекают воздух следующим образом. С помощью рукоятки от корпуса АЭ отводят прижимную пластину и фиксируют ее защелкой. Каждый приемный контейнер по-

мещают между прижимной пластиной и корпусом АЭ. Магистраль полимерного контейнера проводят через оптический датчик, расположенный на верху корпуса и через автоматическое пережимающее устройство, расположенное на правом стороне корпуса АЭ. Приемная пластина выдавливает воздух и трансфузионную среду из приемного контейнера в магистраль. Когда через оптический датчик потечет трансфузионная среда, сработает автоматическое пережимающее устройство. Далее магистраль запаивают или пережимают около трубки полимерного контейнера [9].

Выводы. Технические параметры разрабатываемого комплекса не хуже, чем параметры зарубежных аналогов, при этом он стоит в 2 раза дешевле. Это позволяет ожидать, что он будет востребован на отечественном рынке. Полагаем, что АК станет хорошей заменой зарубежным аналогам.

Литература

- [1] Максимов В. О риске гемотрансфузий и пользе лейкофильтрации. *Медицинская газета*, 25.11.2005, № 92.
- [2] Мельникова В.Н., Селиванов Е.А., Кирьянова Г.Ю. Лейкоредукция гемокомпонентов с помощью отечественных устройств для удаления лейкоцитов. *Медицина экстремальных ситуаций*, 2012, № 1(39), с. 76–84.
- [3] Максимов В.А. Инфекционная безопасность донорской крови и ее компонентов. *Санэпидконтроль. Охрана труда*, 2009, № 3. URL: https://www.profiz.ru/sec/3_2009/donors_krov/ (дата обращения: 25.06.2019).
- [4] Гудков А.Г., ред. *Технология трансфузиологии*. М., Сайнс-пресс, 2012.
- [5] Гудков А.Г. *Радиоаппаратура в условиях рынка. Комплексная технологическая оптимизация*. М., Сайнс-пресс, 2008.
- [6] Kajavida Baby Leuko Cart. *oxfordmeditech.co.uk: веб-сайт*. URL: <http://www.oxfordmeditech.co.uk/products/kajavida-leukocarts> (дата обращения: 24.06.2019).
- [7] haemonetics: веб-сайт компании. URL: <https://www.haemonetics.com/ru-ru> (дата обращения: 24.06.2019).
- [8] Современное оборудование для фильтрации гемотрансфузионных сред. *mfvt.ru: веб-сайт*. URL: <http://mfvt.ru/sovremennoe-oborudovanie-dlya-filtracii-gemotransfuzionnyx-sred/> (дата обращения: 24.06.2019).
- [9] Стойка для фильтрации гемотрансфузионных сред СФ-01. *giperion-msk.ru: веб-сайт*. URL: <http://giperion-msk.ru/content/view/76/47/> (дата обращения: 24.06.2019).

Аяпбергенов Камиль Муратович — студент кафедры «Радиоэлектронные системы и комплексы», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Гудков Александр Григорьевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Радиоэлектронные системы и комплексы», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Аяпбергенов К.М. Проектирование автоматизированного комплекса фильтрации гемотрансфузионных сред. *Политехнический молодежный журнал*, 2019, № 12(41). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2019-12-563>

DESIGN OF AN AUTOMATED COMPLEX FOR FILTERING BLOOD TRANSFUSION MEDIA

K.M. Ayapbergenov

ayapbergenov.kamil@mail.ru

SPIN-code: 4544-2599

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article considers the basic concepts and the definitions necessary for understanding the process of filtering blood transfusion media. The technical and economic analysis of the medical equipment market of this specialization is presented, the developed complex is compared with its closest analogues. The aim of this work was to design a domestic product with characteristics not inferior to the characteristics of foreign analogues, which has low cost for the end user within the domestic market. A detailed composition is described of an automated complex for filtering blood transfusion media, the principle of its operation and the operation process are clearly presented. The invention relates to technically devices used in medicine, in particular, it can be used at blood transfusion stations and departments, in surgical and resuscitation departments of hospitals and clinics, as well as in medical research institutions.

Keywords

Blood components, white blood cells, white blood filtration, hardware and software complex, blood transfusion, automated complex, blood transfusion medium, blood transfusion media filtration, medical equipment

Received 18.10.2019

© Bauman Moscow State Technical University, 2019

References

- [1] Maksimov V. On risk of hemotransfusion and benefit of leukofiltration. *Meditinskaya gazeta*, 25.11.2005, no. 92 (in Russ.).
- [2] Mel'nikova V.N., Selivanov E.A., Kir'yanova G.Yu. Leukoreduction of components using domestic devices to remove leukocytes. *Meditsina ekstremal'nykh situatsiy* [Medicine of Extreme Situations], 2012, no. 1(39), pp. 76–84 (in Russ.).
- [3] Maksimov V.A. Infectious safety of donated blood and its components. *Sanepidkontrol'. Okhrana truda*, 2009, no. 3 (in Russ.). URL: https://www.profiz.ru/sec/3_2009/donors_krov/ (accessed: 25.06.2019).
- [4] Gudkov A.G., ed. *Tekhnologiya transfuziologii* [Transfusiology technology]. Moscow, Sayns-press Publ., 2012 (in Russ.).
- [5] Gudkov A.G. *Radioapparaturnaya v usloviyakh rynka. Kompleksnaya tekhnologicheskaya optimizatsiya* [Radio equipment in in the market economy conditions. Complex technological optimization]. Moscow, Sayns-press Publ., 2008 (in Russ.).
- [6] Kajavida Baby Leuko Cart. *oxfordmeditech.co.uk: website*. URL: <http://www.oxfordmeditech.co.uk/products/kajavida-leukocarts> (accessed: 24.06.2019).
- [7] haemonetics: company website (in Russ.). URL: <https://www.haemonetics.com/ru-ru> (accessed: 24.06.2019).

- [8] Sovremennoe oborudovanie dlya fil'tratsii gemotransfuzionnykh sred [Modern equipment for hemotransfusion medium filtration]. *mfvt.ru: website*. URL: <http://mfvt.ru/sovremennoe-oborudovanie-dlya-filtracii-gemotransfuzionnyx-sred/> (accessed: 24.06.2019).
- [9] Stoyka dlya fil'tratsii gemotransfuzionnykh sred SF-01 [SF-01 filtration stand for blood transfusion medium]. *giperion-msk.ru: website* (in Russ.). URL: <http://giperion-msk.ru/content/view/76/47/> (accessed: 24.06.2019).

Ayapbergenov K.M. — Student, Department of Radioelectronic Systems and Devices, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Gudkov A.G., Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Radioelectronic Systems and Devices, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Ayapbergenov K.M. Design of an automated complex for filtering blood transfusion media. *Politekhnicheskiy molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2019, no. 12(41). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2019-12-563.html> (in Russ.).