

Новое семейство автоматов окраски микропрепаратов

А.В. Безруков, М.Е. Беланов, А.А. Борисоглебский, Г.А. Бухаров, П.А. Кравцов, М.В. Кузнецов, К.В. Кузнецова, А.В. Местергази

Группа компаний ЭМКО, ООО МЛТ, г. Москва, г. Дубна, РФ

Описаны характеристики, принцип действия и технологические возможности нового семейства автоматов окраски биологических микропрепаратов на предметных стёклах: АФОМК-9-25, АФОМК-12-25, АФОМК-16-КОМБО, АФОМК-16-ГИСТО и их применение в гематологии, микробиологии, цитологии, гистологии.

Ключевые слова: Автоматы окраски, автоматы окраски мазков, гистологические автоматы окраски, АФОМК, окраска по Папаниколау, Пап-тест, окраска гематоксилин-эозин, окраска по Романовскому, окраска аурамин-родамин.

A new family of micropreparations slide stainer

The characteristics, operating principle and technological capabilities of a new family of biological micropreparations automated slide stainers are described: AFOMK-9-25, AFOMK-12-25, AFOMK-16-COMBO, AFOMK-16-histo and their application in hematology, microbiology, cytology, histology.

Key words: automated slide stainers, automated smear staining machines, histological slide stainers, AFOMK, Pap staining, Pap test, hematoxylin-eosin staining, Romanovsky staining, auromine-rhodamine staining.

Новое поколение автоматов окраски биологических препаратов на предметных стёклах: АФОМК-9-25, АФОМК-12-25, АФОМК-16-КОМБО, АФОМК-16-ГИСТО наследует наиболее рациональные конструктивные и программные решения, примененные в разработанных ранее приборах, выпускающихся с 2010 г.

Обновления коснулись конструкции унифицированных корпусов приборов – они стали более технологичными. Значительно увеличились возможности по программированию автоматов и по обновлению их программного обеспечения. Расширен набор принадлежностей, с которыми могут работать все приборы семейства. Наличие нескольких автоматов окраски с разным количеством станций, при широком выборе принадлежностей, даёт возможность выбора устройства, в наибольшей степени соответствующего потребностям лаборатории.

Конструкция и основные принципы работы приборов



Рис. 1. Внешний вид АФОМК-16-КОМБО

Корпуса приборов имеют одинаковый дизайн, унифицированы по ряду деталей и выполнены из нержавеющей стали и пластмассы, стойкой к ксилолу и кислотам. Приборы состоят из технологического блока с рабочей камерой и прикрепленного к нему блока управления. В блоке управления, защищённом от случайного попадания реагентов, размещены все основные электронные платы, включая вторичный источник питания. Такая компоновка повышает надёжность и ремонтпригодность.

Рабочая камера – замкнутая, с принудительной вентиляцией, что обеспечивает безопасность работы с токсичными реагентами. Автоматы подключаются к водопроводу и к внешнему вентиляционному каналу. Небольшие габариты позволяют установить прибор в вытяжной шкаф, кроме того, возможно подключение внешнего сменного угольного фильтра. Вид рабочей камеры АФОМК-16-КОМБО приведен на Рис. 2.

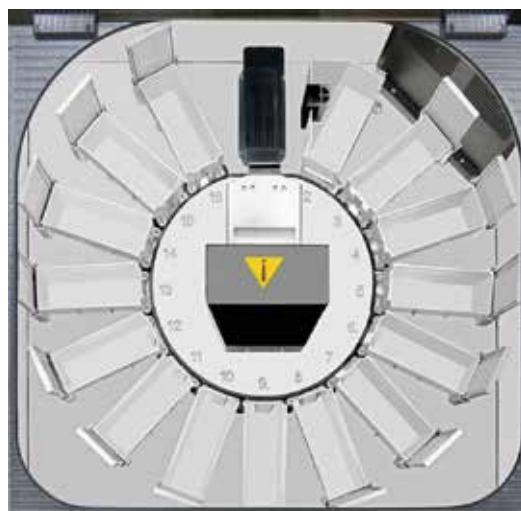


Рис. 2. Рабочая камера автомата АФОМК-16-КОМБО

По центру – манипулятор, рука манипулятора обращена к станции № 1. Станция № 1 – сушка. Станция № 2 – ванна с водопроводной водой.

Обработка препаратов на предметных стёклах осуществляется групповым методом путём перемещения штативов со стёклами с помощью манипулятора из одной технологической станции в другую, где проводятся различные технологические обработки препаратов.

Механика прибора сконструирована по предельно простой схеме [1]. Все перемещения штативов осуществляются вращательными движениями, подъём штатива из ванны сопровождается вибрацией, штатив одновременно наклоняется, что обеспечивает эффективное стекание и удаление технологической жидкости со штатива и предметных стёкол. В верхней точке подъёма штатив встряхивается. Благодаря этим особенностям перемещения штативов, достигается низкий перенос реагентов между ваннами.

Станции автоматов, кроме станции с проточной водопроводной водой и станции сушки, комбинированные – позволяют использовать их как для размещения ванн с реагентами, так и для размещения штативов, что даёт возможность формировать оптимальную конфигурацию для каждой методики. Загрузка и выгрузка штативов автоматизирована.

Управление и программирование осуществляются с помощью графического полноцветного сенсорного экрана. Пользователь может самостоятельно пополнять банк протоколов методик окраски.

Программируются не только последовательность и длительность технологических операций, но и режимы обработок. Технологическая операция может проводиться: 1. путём погружения в реагент, 2. путём погружения с активацией (движения штатива вверх-вниз с небольшой амплитудой) с программируемым периодом, 3. путём повторяющихся окунаний штатива в реагент (при этом штатив со стёклами полностью извлекается из жидкости).

За счёт режимов с движением штативов во время технологической операции, увеличивается массоперенос в слоях реагента, прилегающих к препарату, соответственно ускоряются диффузионные процессы и, в конечном итоге, значительно ускоряется процесс обработки препаратов. Для реагентов с различной вязкостью задаются различные времена задержки штатива над ванной для стока избыточной жидкости.

Программирование интервала запуска штативов в работу даёт возможность строить программы с параллельной обработкой нескольких штативов. Возможность установки нескольких ванн с одним реагентом, в котором выполняется наиболее длительная операция, позволяеткратно увеличить производительность обработки препаратов.

В новой линейке приборов программирование может осуществляться не только непосредственно с сенсорного экрана, но и с использованием внешнего компьютера. В этом случае для программирования применяется специализированное приложение для персонального компьютера «SFE», которое даёт возможность составлять, редактировать, сохранять

технологические программы; печатать протоколы программ; выбирать оптимальный интервал между запуском в обработку штативов; выполнять ряд других функций, наиболее важной из которых является обновление прошивки микропроцессора прибора. В этом случае загрузка технологических программ осуществляется через запись на микро SD карту. Онлайн версия «SFE» на русском языке размещена на сайтах ГК ЭМКО [2].

Небольшие габариты и вес автоматов позволяют устанавливать их на любой стол или в вытяжной шкаф.

Обслуживание приборов минимально и заключается в поддержании чистоты их рабочей камеры, внешних поверхностей и принадлежностей, а также регулярной проверке отсутствия засорения сливного шланга прибора и правильности его укладки.

АФОМК-9-25

Автомат зарегистрирован в России (Регистрационное удостоверение РЗН 2020/12847) и в Европейском Союзе под брендом ООО МЛТ «Fastainer» с наименованием FS-9-25.

У этого прибора 9 станций: станция сушки, станция с проточной водой, остальные 7 станций – комбинированные.

Рекомендуется для окраски препаратов по следующим методикам:

- Окраска по Романовскому в различных вариантах для гематологических и цитологических препаратов. Расчётная производительность при окраске по Паппенгейму до 150 гематологических препаратов в час с одновременной установкой до 4 штативов.
- Окраска по Граму. Расчётная производительность до 175 препаратов в час с одновременной установкой до 3 штативов.
- Окраска по Цилю-Нильсену (т.н. холодная модификация – по Киньюну) на микобактерии туберкулёза (МБТ). Расчётная производительность до 75 препаратов в час с одновременной установкой до 3 штативов.

АФОМК-9-25 имеет наименьшие среди всех приборов семейства габариты и вес: 530 × 460 × 330 мм, 18 кг.

АФОМК-12-25

Автомат зарегистрирован в России (Регистрационное удостоверение РЗН 2020/12847) и в Европейском Союзе под брендом ООО МЛТ «Fastainer» с наименованием FS-12-25.

У прибора 12 станций, включая станцию сушки и станцию с проточной водой, остальные 10 станций – комбинированные, плюс дополнительная станция – блоттер (для промакивания остатков жидкости с торцев штативов и стекол). Рекомендуется для окраски препаратов по следующим методикам:

- Окраска по Папаниколау, так называемый Пап-тест, на котором основан скрининг на рак шейки матки. Расчётная производительность до 100 цитологических препаратов в час при одновременной установке одного штатива;

- Окраска на микобактерии туберкулёза (МБТ) раствором аурамина (аурамина с родамином). Расчётная производительность до 50 препаратов за 1,5 часа при выдержке в растворе флуорохромных красителей 1 час, одновременная установка до 2 штативов. Промывка в 4 ваннах с дистиллированной водой;
- Окраски по методикам, рекомендованным для АФОМК-9-25 с увеличением производительности и количества одновременно загружаемых штативов.

Габариты прибора: 530 × 580 × 330 мм, вес – 22 кг.

АФОМК-16-КОМБО

Автомат является модификацией, зарегистрированного в России прибора АФОМК-16 (Регистрационное удостоверение РЗН 2016/4280) и в Европейском Союзе под брендом ООО МЛТ «Fastainer» с наименованием FS-16-25. В настоящее время осуществляется перерегистрация АФОМК-16 с включением модификации АФОМК-16-КОМБО в регистрационное удостоверение.

У прибора 16 станций: 1 станция сушки, 1 станция с проточной водой, остальные 14 станций – комбинированные. Рекомендуется для окраски по следующим методикам:

- Окраска гематоксилином-эозином гистологических препаратов (парафиновых срезов), т.н. «прогрессивный» вариант окраски. Расчётная производительность до 100 препаратов в час с одновременной установкой 1 штатива;
- Окраска по Папаниколау цитологических препаратов с увеличением производительности и количества одновременно загружаемых штативов по сравнению с АФОМК-12-25 (загрузка 2 штативов, обработка до 150 препаратов в час);
- Окраска по методикам, рекомендованным для АФОМК-9-25, АФОМК-12-25 с увеличением производительности и количества одновременно загружаемых штативов. Например, при окраске по Паппенгейму (Май-Грюнвальд – Гимза) прибор позволяет окрашивать до 200 стёкол за 41 минуту, при этом загружается до 8 штативов, параллельно обрабатываются до 5 штативов, для увеличения производительности устанавливается две ванны с фиксатором и 4 ванны с рабочим раствором по Гимзе.

Габариты прибора: 610 × 580 × 330 мм, вес – 25 кг.

АФОМК-16-КОМБО – наиболее универсальный прибор по реализуемым методикам обработки препаратов и, соответственно, по видам обрабатываемых препаратов.

АФОМК-16-ГИСТО

Автомат является модификацией, зарегистрированного в России прибора АФОМК-16-25 (Регистрационное удостоверение РЗН 2018/7520) и в Европейском Союзе под брендом Fastainer с наименованием FS-16-25. В настоящее время осуществляется перерегистрация АФОМК-16-25 с включением в регистрационное удостоверение модификации АФОМК-16-ГИСТО.

У прибора 16 станций: 1 станция с проточной водой, остальные 15 станций – комбинированные. В отличие от АФОМК-16-КОМБО у прибора нет станции сушки – она заменена на дополнительную комбинированную станцию, что позволяет увеличивать количество одновременно загружаемых стёкол для обработки препаратов, не требующих сушки. Прибор рекомендуется для окраски по следующим методикам:

- Окраска гематоксилином–эозином гистологических препаратов (парафиновых срезов), т.н. «регрессивный» и «прогрессивный» варианты окраски. Расчётная производительность до 150 препаратов в час, одновременная установка до 2 штативов. В этом случае штативы автоматически запускаются в обработку с интервалом около 4 минут, происходит их параллельная обработка, технологические процессы интенсифицируются за счёт активации.
- Специальные гистологические окраски: по Ван-Гизону, по Шиффу (PAS-реакция), по Гимзе для выявления *Helicobacter Pylori*, окраска альтаиновым синим, гематоксилин-конго красный и др.
- Окраска по Папаниколау. Одновременная загрузка до 3 штативов, штативы автоматически запускаются в обработку с интервалом около 8 минут. Расчётная производительность до 150 препаратов в час.

Габариты прибора: 610 × 580 × 330 мм, вес – 25 кг.

Принадлежности автоматов окраски

Все представленные приборы могут комплектоваться, в зависимости от требований и условий работы лаборатории-потребителя различными принадлежностями.

Штативы. Приборы комплектуются штативами из нержавеющей стали вместимостью 25 стёкол толщиной ≈ 1 мм (ШВ-25), или вместимостью 20 стёкол толщиной ≈ 2 мм (ШВ-20). Если нагрузка лаборатории невысокая, а также при использовании редко используемых методик с дорогими реагентами, возможно применение штативов на 10 стёкол (ШВ-10) с ваннами уменьшенного объёма (ВВ-10-ПП, ВВ-10-ПОМ).



Рис. 3. Штатив ШВ-25 со стеклами (1), Ванна ВВ-10 ПОМ (2), Ванна ВВ-25 со штативом ШВ-25 (3), штатив ШВ-10 со стеклами (4)

Ванны. Прибор комплектуется разными типами ванн с крышками: ВВ-25-ПП и ВВ-10-ПП – полипропиленовые ванны, рекомендуются для работы с водными и спиртовыми растворами, ацетоном; ВВ-25-ПОМ и ВВ-10-ПОМ – полиоксиметиленовые ванны, рекомендуются для работы с ксилолом, заменителями ксилола, водными растворами $pH \geq 7$.

Принадлежности для транспортировки и хранения препаратов. Пластмассовый штатив-вкладыш ШВВ-20 вместимостью 20 стёкол толщиной ≈ 1 мм применяется совместно со штативом-держателем ШД-20 из нержавеющей стали (Рис. 5).

Они предназначены для размещения предметных стёкол после нанесения на них клеточного материала, взятого у пациента с целью обследования: например, при цитологическом скрининге.



Рис. 4. Внешний вид пластмассового штатива ШВВ-20 (1) с со стёклами и ШВВ-20 со стёклами в штативе-держателе ШД-20 (2)

Для транспортировки в лабораторию пластмассовые штативы-вкладыши со стёклами помещаются в специальную защитную тару. (Рис. 5) Использование штативов-вкладышей со специальной тарой (коробки из гофрокартона на 2, 5 и 10 штативов-вкладышей или пластмассовый чемоданчик на 10 штативов с лотком на 200 листов бумаги А4 минимизирует манипуляции со стёклами и обеспечивает сохранность препаратов.



Рис. 5. Коробка с штативом-вкладышем в открытом и закрытом виде

Литература

1. Безруков А.В., Беланов М.Е., Бухаров Г.А., Разнатовский Ю.М. АВТОМАТ ДЛЯ ОКРАСКИ МАЗКОВ НА ПРЕДМЕТНЫХ СТЕКЛАХ, Патент РФ №2440562, 20.01.2012
2. Онлайн версия приложения «SFE» www.emco.ru/stainer-editor, www.fastainer.com/sfe.
3. Автоматы окраски ГК ЭМКО <https://www.emco.ru/avtomaty-okraski>
4. Прайс-лист ГК ЭМКО № 2/2021 www.emco.ru/site_files/price-GK-EMCO.pdf?1620050930.7704
5. Отзыв о работе автомата окраски АФОМК-12-25 производства ООО МЛТ, РФ. MNIOL-Gerzin-AFOMK-12-25.pdf (emco.ru)

В лаборатории штативы-вкладыши со стёклами помещают в стальные штативы-держатели и без переагрузки стёкол загружают в автомат окраски, т.е. штатив-вкладыш в держателе используется в автомате также как цельнометаллический штатив.

Фильтр с активированным углем (внешний), принадлежности для подключения прибора. Благодаря небольшим габаритам, приборы могут устанавливаться в вытяжной шкаф. При эксплуатации вне вытяжного шкафа рекомендуется подключение автомата к внешней вентиляции либо к внешнему фильтру с активированным углем.



Рис. 6. Фильтр с набивкой из активированного угля

В комплекте с прибором также поставляются принадлежности для подключения к водопроводу, канализации и вентиляции (по заказу). Упаковываются приборы в короба из гофрокартона.

Заключение

Автоматы окраски АФОМК-9-25, АФОМК-12-25, АФОМК-16-КОМБО, АФОМК-16-ГИСТО обеспечивают окраску биологических препаратов по наиболее востребованным методикам в гематологии, микробиологии, цитологии (включая окраску по Папаниколу) и гистологии с производительностью достаточной для большинства российских ЛПУ. Приборы имеют экономичную унифицированную конструкцию с простой и эффективной механикой, программным обеспечением, обеспечивающим удобство использования и широкие технологические возможности. Технические характеристики и традиционно низкие цены автоматов производства ООО МЛТ [4], которые в разы ниже цен конкурентов, опыт эксплуатации [5] дают основание рассчитывать, что они будут широко востребованы в лабораториях России и других стран.