

Новое семейство автоматов окраски микропрепаратов на предметных стёклах

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

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

Описаны принцип действия, сравнительные технические характеристики автоматических устройств для окраски микропрепаратов на предметных стёклах АФОМК-9-25, АФОМК-12-25, АФОМК-16-КОМБО, АФОМК-16-ГИСТО. Обсуждены технологические возможности их применения 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.

New Family of Automated Slide Stainers

Ph.D. A.V. Bezrukov, M.E. Belanov, A.A. Borisoglebsky, G.A. Bukharov, P.A. Kravtsov, M.V. Kuznetsov, K.V. Kuznetsova, A.V. Mestergazi, P.M. Chernov

The principle of operation, comparative technical characteristics of automated slide stainers AFOMK-9-25, AFOMK-12-25, AFOMK-16-COMBO, AFOMK-16-GISTO are described. Technological opportunities of their application in hematology, microbiology, cytology, histology discussed.

Key words: automated slide stainers, automated smear staining machines, histological slide stainers, AFOMK, Pap staining, Pap test, hematoxylin-eosin staining, Romanovsky staining, auramine 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 ООО МЛТ, ООО ЭМКО с 2010 г.

Обновления коснулись прежде всего 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 различным количеством станций, а соответственно, с разными габаритами, при широком выборе принадлежностей, даёт возможность выбора устройства, в наибольшей степени соответствующего потребностям лаборатории как по технологическим возможностям, так и по стоимости.

Конструкция и основные принципы работы приборов

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 технологичность, надёжность и ремонтпригодность приборов. Рабочая камера — замкнутая, с принудительной вентиляцией, что обеспечивает безопасность работы с токсичными реагентами. Как правило, автоматы подключаются к водопроводу и к внешнему вентиляционному каналу, но возможно их использование и без таких подключений. 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 в регулярной (1–2 раза в год) проверке отсутствия засорения сливного шланга прибора и пра-

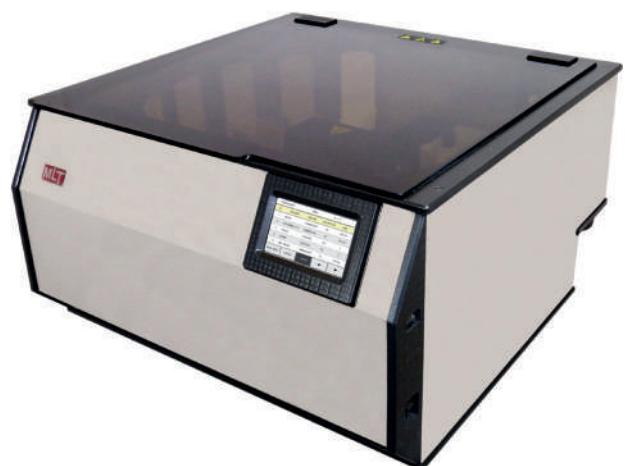


Рис. 1. Внешний вид АФОМК-16-КОМБО

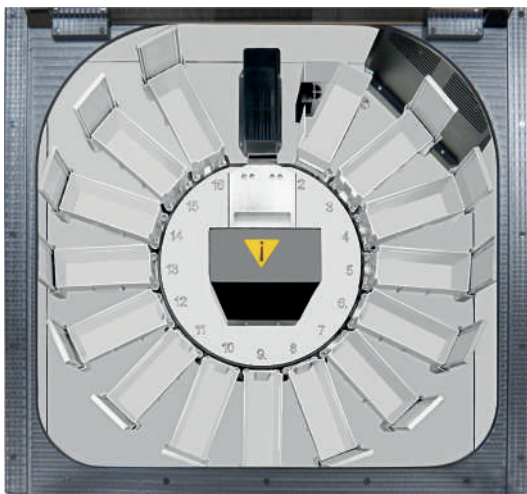


Рис. 2. Рабочая камера автомата АФОМК-16-КОМБО. По центру — манипулятор, рука манипулятора обращена к станции № 1. Станция № 1 — сушка. Станция № 2 — ванна с водопроводной водой.

вильности его укладки. Внешний вид рабочей камеры АФОМК-16-КОМБО приведен на рис. 2.

Обработка препаратов на предметных стёклах осуществляется групповым методом путём перемещения с помощью манипулятора штативов со стёклами из станции в станцию, где проводятся различные технологические обработки. (Станциями называются участки рабочего стола прибора, оснащённые средствами позиционирования, предназначенные для размещения ванн с технологическими жидкостями и штативов со стёклами.)

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, соответственно, обеспечивается длительное использование реагентов.

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. 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 и тем же реагентом, в котором выполняется наиболее длительная операция, позволяеткратно увеличить производительность обработки препаратов. Произвольный доступ манипулятора к станциям даёт возможность неоднократно проводить технологическую обработку штатива на одной и той же станции, в одном и том же реагенте. За счёт этого, при небольшом числе станций, можно реализовывать сложные методики, а кроме того, вводить, в традиционные методики вспомогательные технологические операции, улучшающие качество препаратов, снижающие расход реагентов. К таким вспомогательным операциям, например, относится ополаскивание водопроводной водой в проточной ванне, позволяющее уменьшить перекрёстное загрязнение реагентов, их экономное использование.

Максимальное количество шагов в программе — 30. Максимальное количество программ — 32. Программирование осуществляется путём редактирования шаблона программы. В памяти приборов хранится список реагентов, достаточный для реализации большинства востребованных методик. Приборы поставляются с технологическими программами для наиболее распространенных методик. Дополнительные программы загружаются по запросу заказчика. При необходимости можно самостоятельно ввести новые пользовательские реагенты, разработать пользовательскую технологическую программу.

В новой линейке приборов программирование может осуществляться не только непосредственно с сенсорного экрана, но и с использованием внешнего компьютера. В этом случае 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. Загрузка технологических программ осуществляется через запись на микро SD карту. Он-лайн версия «SFE» на русском языке размещена на сайтах ГК ЭМКО [2]. Кроме того, на сайтах размещены рекомендуемые технологические программы, вспомогательные материалы.

Принадлежности автоматов окраски

Все представленные приборы могут комплектоваться, в зависимости от требований и условий работы лаборатории, 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).

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 – ванны из полиацетала, рекомендуются для работы с ксилолом, заменителями ксилола, водными растворами $\text{pH} \geq 7$. Кроме того, автоматы могут комплектоваться ваннами ВВ-25-М из нержавеющей стали с крышками.

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. Штатив-вкладыш ШВВ-20 предназначен для размещения предметных стёкол после нанесения на них клеточного материала, взятого у пациента с целью обследования: например, при цитологическом скрининге. Для транспортировки в лабораторию пластмассовые штативы-вкладыши со стёклами помещаются в специальную

Таблица 1. Технические характеристики приборов

Характеристика \ Прибор	АФОМК-9-25	АФОМК-12-25	АФОМК-16-КОМБО	АФОМК-16-ГИСТО
Количество станций	9	12	16	16
Количество комбинированных станций	7	10	14	15
Количество станций сушки	1	1	1	0
Количество станций промывки	1	1	1	1
Кол-во стёкол в штативах ШВ25 / ШВ10	25 / 10	25 / 10	25 / 10	25 / 10
Объём реагентов в ваннах ВВ-25 / ВВ-10, мл	(210–250) / (100)	(210–250) / (100)	(210–250) / (100)	(210–250) / (100)
Материалы ванн для реагентов (ПП, ПОМ, М)	Полипропилен, полиацеталь, нерж. сталь	Полипропилен, полиацеталь, нерж. сталь	Полипропилен, полиацеталь, нерж. сталь	Полипропилен, полиацеталь, нерж. сталь
Основное назначение	Гематология, микробиология	Цитология (Пап-тест), гематология, микробиология	Цитология, гистология, гематология, микробиология	Гистология, цитология
Управление и программирование	Сенсорный дисплей, приложение для персонального компьютера			
Максимальное количество технологических программ	32			
Максимальное количество шагов в технологической программе	30			
Свободный выбор для технологической программы	Интервал запуска штативов в обработку; конфигурация (размещение реагентов и парковочных мест на станциях); количество ванн с реагентом для самой длительной операции			
Свободный выбор для технологической операции	Реагент; станция; время (0 с – 59 мин 59 сек); период активации (1–99 с); время задержки (0–99 с); количество окунаний (1–99 с)			
Безопасность	Принудительная вентиляция, возможность подключения угольного фильтра, блокировка работы при открытой крышке, заливе прибора			
Габариты (Ш × Г × В), мм	530×450×335	530×580×335	610×585×335	610×585×335
Вес прибора, кг	18	22	23	23
Регистрация	РФ*, РК**, РУ***, EU****	РФ*, РК**, РУ***, EU****	РФ*, EU****	РФ*, РК**, EU****
* Зарегистрирован в Российской Федерации ** Зарегистрирован в Республике Казахстан *** Зарегистрирован в Республике Узбекистан **** Зарегистрирован в Европейском Союзе (СЕ маркировка)				

Таблица 2. Технологические характеристики приборов

Методика, производительность, (препаратов в час) / max. единовременная загрузка	АФОМК-9-25	АФОМК-12-25	АФОМК-16-КОМБО	АФОМК-16-ГИСТО
Окраска по Романовскому (Паппенгейму)	150 / 100	175* / 175	200* / 275	Не рекомендован
Окраска по Романовскому (экспресс окраска МЛТ-Дифф-Квик)	225 / 75	250/150	250 / 250	Не рекомендован
Окраска по Граму	175 / 75	200 / 150	250** / 250	Не рекомендован
Окраска по Цилю-Нильсену	75 / 75	100 / 150	100*** / 250	Не рекомендован
Окраска аурамин-родамин	Не рекомендован	50 (за1,5 час) / 50	50 (за1,5 час) / 50	Не рекомендован
Окраска по Папаниколау	Не рекомендован	100 / 25	150**** / 50	150 / 75
Окраска Гематоксилин-Эозин (для срезов)	Не рекомендован	Не рекомендован	100 / 25	150 / 50

* При установке 2 ванн с рабочим раствором по Гимзе.
 ** При работе с интервалом по заводской методике
 *** При установке 2 ванн с фуцином
 **** При установке 2 ванн с аурамин-родамином, единовременная загрузка 2 штативов
 **** Возможно использование конфигурации с одновременной установкой набора реагентов для окраски по Папаниколау и реагентов для окраски по Романовскому (окраска по Паппенгейму). В этом случае производительность 75 стёкол в час (окраска по Романовскому), 100 стёкол в час (окраска по Папаниколау).

защитную тару. В лаборатории штативы-вкладыши со стёклами помещают в стальные штативы-держатели и без перезагрузки стёкол загружают в автомат окраски. Использование штативов-вкладышей обеспечивает сохранность препаратов и минимизирует манипуляции со стёклами.

Наборы реагентов (красок) для использования с автоматами новой серии. Автоматы являются открытыми системами, возможно использование красок и реагентов различных производителей. При использовании красок и реагентов производства ООО МЛТ, целесообразно воспользоваться технологическими программами, разработанными производителем.

Набор реагентов «МЛТ-ПАП-ДИФФ» предназначен для окраски гинекологических препаратов по Папаниколау при цитологической диагностике и скрининге по Папаниколау («ПАП-тест»). Набор может использоваться как для окраски традиционных мазков, так и для окраски препаратов после жидкостной пробоподготовки. Просветляющий раствор не содержит ксилол.

Набор реагентов «МЛТ-ГЕМАТОКСИЛИН-ЭОЗИН» предназначен для обзорного окрашивания гистологических препаратов гематоксилином и эозином. Просветляющий раствор не содержит ксилол.

Набор реагентов «МЛТ-ДИФФ-КВИК» предназначен для быстрого окрашивания цитологических препа-

ратов (пунктатов, мазков, отпечатков, биопсийного и интраоперационного материала) и мазков крови по Романовскому. Все растворы набора не требуют разбавления, краски длительное время сохраняют работоспособность при хранении их под крышками в ваннах автоматов окраски. Набор особенно удобен в условиях экспресс-лаборатории.

Сравнительные технические и технологические характеристики приборов приведены в таблицах 1, 2.

Заключение

Автоматы окраски микропрепаратов на предметных стёклах 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 Папаниколау) и гистологии с производительностью достаточной для большинства российских ЛПУ.

Наличие нескольких приборов с различным количеством станций, а соответственно, с разными габаритами, при широком выборе принадлежностей, простых в эксплуатации и экономичных, даёт возможность выбора устройства, в наибольшей степени соответствующего потребностям лаборатории.

Литература

1. Безруков А.В., Беланов М.Е., Бухаров Г.А., и др. АВТОМАТ ДЛЯ ОКРАСКИ МАЗКОВ НА ПРЕДМЕТНЫХ СТЕКЛАХ, Патент РФ №2440562, 20.01.2012
2. Онлайн версия приложения «SFE» www.emco.ru/stainer-editor.
3. Автоматы окраски ГК ЭМКО <https://www.emco.ru/avtomaty-okraski>