



ДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ ПРОЦЕССА ОТМЫВКИ

Вячеслав Ковенский
materials@ostec-group.ru

Часто, принимая решение о покупке товара, будь то принтер, автомобиль, промышленное оборудование или расходные материалы, мы ориентируемся только на его фактическую стоимость и технические характеристики. При этом далеко не всегда мы обращаем внимание на то, какова будет стоимость функции или многократно повторяющегося результата, ради которых приобретается продукция. В производстве вообще и в процессе отмывки в частности разница в подходе при оценке цены имеет большое значение для оптимизации затрат и эффективности технологических процессов. В настоящей статье мы остановимся на оценке стоимости процесса отмывки, как совокупности многих факторов, значение которых находится за кадром рекламных брошюр и продуктовых каталогов.

Экономическая эффективность технологического процесса зависит от различных факторов, которые могут меняться в широких пределах в зависимости от задачи и типа оборудования отмывки. Однако для определения «действительной стоимости процесса отмывки» важно смотреть не на абсолютное значение суммарных затрат, связанных с приобретением оборудования или отмывочной жидкости – нужно оценивать стоимость отмывки одного печатного узла, а именно, сравнивать какой она будет в зависимости от различных комбинаций, влияющих на стоимость факторов. Именно поэтому, чтобы снизить себестоимость отмывки за счет соответствующих усовершенствований процесса, необходимо определить ключевые факторы, влияющие на инвестиции и последующие текущие расходы на отмывку.

Для определения ключевых факторов, справедливых для различных типов оборудования, в технических центрах компании Zestron в течение нескольких месяцев были проведены исследования по теме «Факторы стоимости процессов отмывки» (рис. 1). Уникальный парк оборудования, находящийся в распоряжении компании Zestron,

позволил взглянуть на этот вопрос, используя широкий ряд типов оборудования, производителей, типов жидкости.

Главными задачами Zestron при исследовании стало определение:

- основных источников затрат, влияющих на стоимость процесса отмывки;
- ключевых факторов, влияющих на источники затрат;
- подходов для снижения затрат.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАТРАТ

Как уже упоминалось, важно учесть и использовать различие между инвестициями в новый процесс и текущими затратами, связанными с уже внедренным процессом отмывки.

При внедрении нового процесса необходимо принять во внимание факторы, которые оказывают наибольшее влияние на выбор оборудования, и, следовательно, на объем инвестиций:

- предполагаемая производительность;
- необходимая степень автоматизации;
- габариты оборудования и/или имеющаяся площадь производ-



Рис. 1 Технические центры компании Zestron в Германии, США и Китае

ZESTRON

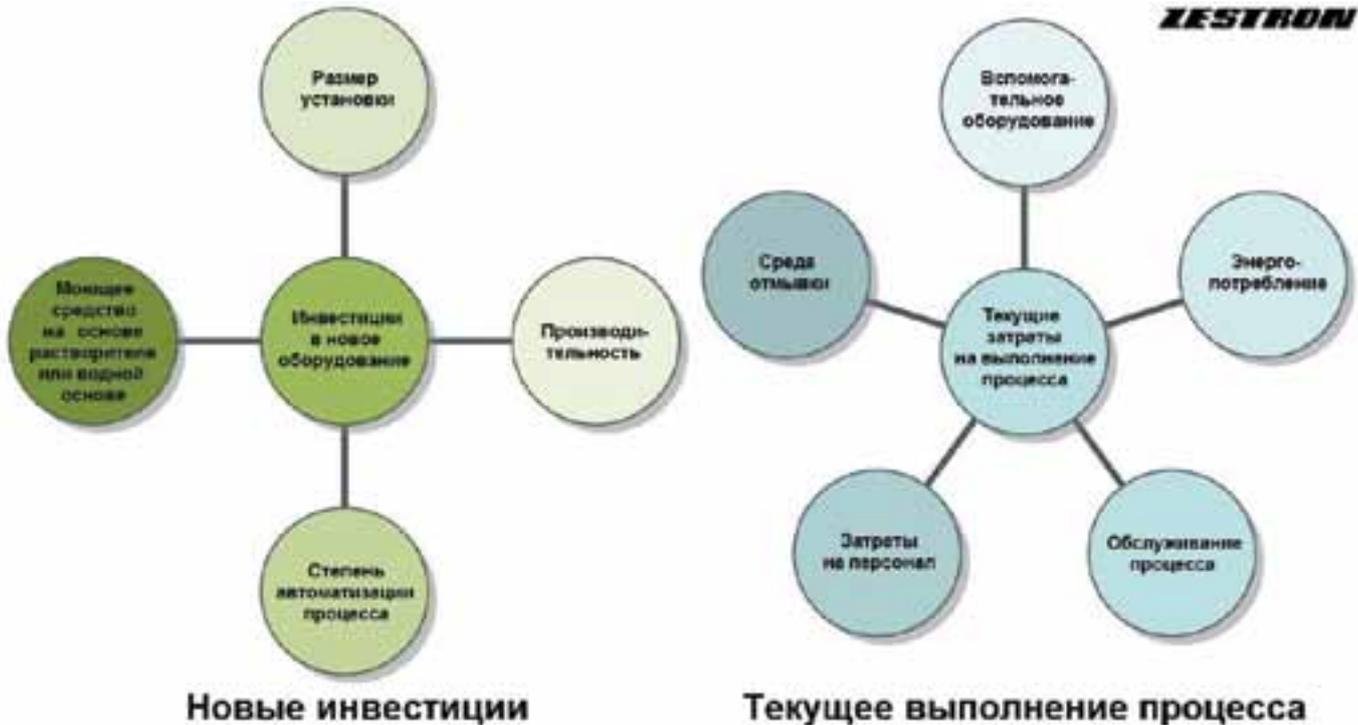


Рис. 2 Основные источники затрат и факторы стоимости отмывки

ственного помещения;

- тип мощного средства;
- расход мощного средства;
- допустимый способ агитации раствора.

Далее, в процессе производства образуются текущие затраты, вызванные:

- работой вспомогательного оборудования;
- затратами на технический персонал и обслуживание процесса;
- расходом мощного средства и энергопотреблением.

Рис. 2 поясняет и дает сравнение по основным факторам стоимости, имеющим отношение к процессу отмывки.

После определения основных источников затрат, выявим с помощью более подробного анализа прочие факторы и возможные варианты оптимизации затрат.

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИСТОЧНИКИ ЗАТРАТ

1. Фактор стоимости: оборудование отмывки

Когда речь заходит о таком факторе стоимости, как оборудование, первоочередными считаются начальные вложения в установку отмывки. Стоимость установки отмывки, безусловно, важна, однако в большинстве случаев – это не главный критерий, по которому следует принимать решение о покупке и оценивать дорого ли это решение для предприятия или отличная цена.

Очень важно оценить и рассчитать все сопутствующие расходы, которые будут возникать во время реализации процесса отмывки:

- расход жидкости на одно отмытое изделие;
- надежность установки в эксплуатации;
- обслуживание оборудования;
- доступность сервиса;
- скорость и простота устранения неисправностей.

Сейчас мы не будем фокусироваться на подробном рассмотрении фактора оборудования, так как данная тема подробно рассмотрена в информационных бюллетенях «Поверхностный монтаж» № 4 и № 5 в статье «Оборудование для отмывки печатных узлов».

2. Фактор стоимости: вспомогательное оборудование

Что касается вспомогательного оборудования для реализации

процесса отмывки, то результаты исследований показывают, что затраты главным образом возникают за счет подготовки воды, выноса раствора и вытяжки. Тип требуемого вспомогательного оборудования зависит от установки отмывки, требований к технологическому процессу, его безопасности и соответствию регламентирующим нормам. Исследовались следующие вспомогательные системы (табл. 1). Согласно результатам исследования можно сказать следующее:

1. Основным источником затрат для установок струйной отмывки являются системы подготовки деионизованной воды для раствора промывочной жидкости и ополаскивания, а также затраты, связанные с заменой фильтров для очистки мощного средства.
2. Для отмывки конвейерного типа в крупносерийном производстве на стоимость процесса наибольшее влияние оказывают затраты, связанные со вспомогательным оборудованием – удаление испарений промывочной жидкости через вытяжную систему установки. Как показали исследования, определяющими факторами здесь служат температура пара в вытяжной системе и распыление мощного средства. Экономии можно достичь за счёт регенерации отмывочной жидкости, а также оптимизации температуры отмывки и степени распыления раствора.

В дополнение к прямым затратам, связанным с работой вспомогательного оборудования, ниже приводятся результаты исследований косвенных затрат на энергопотребление и обслуживание оборудования.

3. Фактор стоимости: энергопотребление и обслуживание оборудования

Влияние различных факторов на текущие затраты в значительной степени зависит от типа процесса отмывки (диаграмма на рис. 3). В то же самое время диаграмма может быть рассмотрена и как потребность в ресурсах различного типа в зависимости от выбранного технологического процесса. И при таком взгляде читать диаграмму можно по-другому. По сути, понимая, какие ресурсы в большей мере влияют на формирование стоимости отмывки и стоимость данных ресурсов для вашего производства, можно выбирать наиболее выгодные технологические решения.

Ультразвуковые системы отмывки, подходящие для самых малых объемов выпуска, в данном аспекте демонстрируют самые низкие



Таблица 1 Вспомогательное оборудование, влияющее на затраты процесса отмывки

Тип системы	Ультразвуковая настольная система	Установка струйной отмывки	Система отмывки конвейерного типа
Вспомогательное оборудование	Не исследовалось	<ul style="list-style-type: none"> Система подготовки деионизованной воды Системы фильтрации раствора отмывочной жидкости 	<ul style="list-style-type: none"> Вытяжка установки Системы подготовки деионизованной воды Системы фильтрации раствора отмывочной жидкости

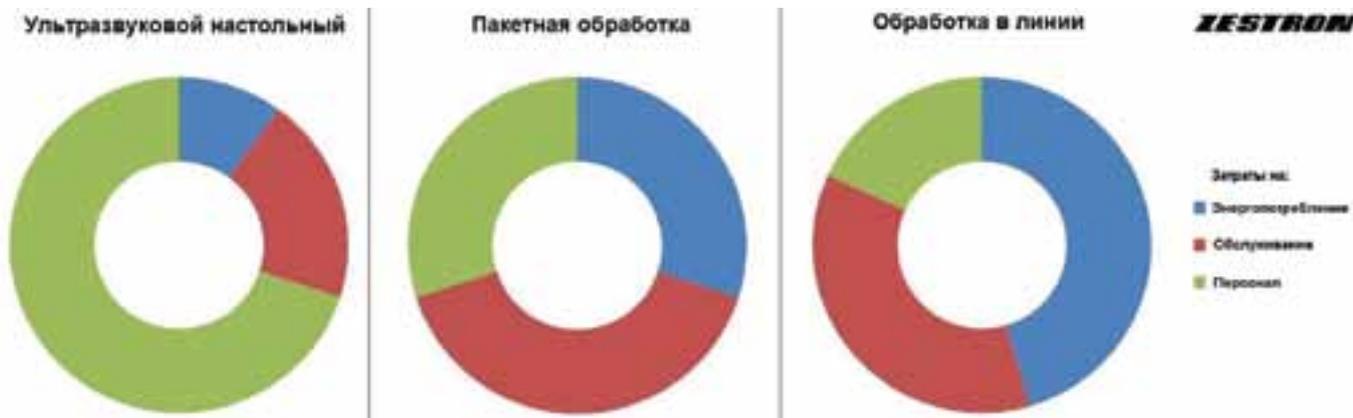


Рис. 3 Соотношение текущих затрат на изделие для различных установок

текущие расходы, поскольку для нагрева ванны требуются относительно небольшие затраты энергии. Дополнительные затраты, связанные со сжатым воздухом и сушкой, не являются столь существенными с точки зрения их влияния на себестоимость отмывки. С другой стороны, наибольшую долю текущих расходов составляют затраты на персонал, т.к. многие операции должны выполняться с участием персонала. Кроме того, из-за малого объема ванны в процессе такого типа не всегда применяется интегрированная система фильтрации. Поэтому может быть необходима более частая замена раствора отмывочной жидкости, и потребуются дополнительные затраты на обслуживание.

В системах струйной отмывки температура моющего средства и, при необходимости, вода для полоскания должны постоянно поддерживаться на требуемом уровне 40-50°C, что, вместе с сушкой всей камеры отмывки, приводит к образованию существенных затрат на энергопотребление (в сравнении с ультразвуковыми системами). И плюс затраты на слив воды после каждого ополаскивания. Поскольку процесс данного типа по большей части автоматизирован, затраты на персонал обычно связаны с загрузкой, выгрузкой

и обслуживанием установки. Интеграция процессов фильтрации моющего средства увеличивает срок службы отмывочной жидкости (от замены до замены), в результате чего обновление или замена раствора обычно требуются реже, чем в ультразвуковых системах. Для конвейерных систем отмывки наибольшее влияние на общие текущие затраты оказало потребление воды, энергии и сжатого воздуха. Более того, чтобы обеспечивались устойчивые результаты отмывки, большинство работающих в линии систем должны действовать непрерывно, даже в то время, когда нет изделий, подлежащих отмывке. По этой причине образуются постоянные затраты на энергопотребление, вызванные циркуляцией и нагревом раствора отмывочной жидкости, а также работой вытяжной системы и сушки. В дополнение к этому, затраты возникают при обдуве отмытых изделий, т.к. воздушные ножи установлены в линии в нескольких местах. Из-за непрерывной работы таких систем также возникают относительно высокие затраты на обслуживание и ремонт. Однако доля затрат, приходящаяся на операторов, сравнительно невысока в силу того, что установки полностью интегрированы в производственную линию, в результате чего их проще эксплуатировать и контролировать силами одного человека.

В итоге можно утверждать, что рост абсолютного значения текущих затрат безусловно связан с производительностью и размерами оборудования. Однако важно подчеркнуть, что при правильно организованном процессе производства, благодаря влиянию эффекта масштаба, полная себестоимость отмывки одного печатного изделия уменьшается в прямой зависимости от производительности оборудования. Кроме того, системы с погружением и струйные системы отмывки приводят к затратам только при полезной работе оборудования, а текущие затраты для конвейерных систем возникают даже в периоды холостого хода.

4. Фактор стоимости: отмывочная среда (жидкости для отмывки) Для отмывки печатных узлов применяются преимущественно три типа моющих средств. Они включают спирты, традиционные ПАВ и жидкости на водной основе. В тот момент, когда установка отмывки уже приобретена и ванна должна быть в первый раз наполнена моющим средством, производители обычно обращают основное внимание на стоимость литра моющего средства. Однако это не единственный фактор, определяющий результирующие затраты, связанные с раствором промывочной жидкости.

Таблица 2 Вопросы стоимости процесса обработки

	Стоимостные преимущества	Стоимостные недостатки
Модифицированные растворители (Zestron FA+)	+ длительное время жизни + короткий период отмывки	- потери на испарение (нужно минимизировать эффект испарения)
Традиционные ПАВ	+ низкие потери на испарение + низкие рабочие концентрации	- короткое время жизни ванны и, как следствие, требуется частая замена раствора промывочной жидкости
Современные среды на водной основе, например MPC®-жидкости Vigon A250, Vigon A300	+ низкие рабочие концентрации + длительное время жизни ванны + низкие потери на испарение	- для увеличения времени жизни ванны требуется фильтрация, как следствие, возникают затраты на замену фильтров

Например, неоднократно отмечено, что важным фактором является время жизни промывочной жидкости, т.е. как долго моющее средство может использоваться до возникновения необходимости его замены. В результате, моющее средство с коротким временем жизни, несмотря на привлекательную стоимость за литр, может в конечном итоге оказаться дороже (в расчете на один отмытый печатный узел), чем эффективные промывочные жидкости с более высокой стоимостью (обеспечивающие большее время жизни ванны и стабильный процесс отмычки).

В зависимости от соответствующих химических свойств, три упомянутых выше типа моющих средств обладают характерными для каждого типа преимуществами и недостатками с точки зрения затрат (таблица 2).

Модифицированные растворители (например, Zestron FA+) обладают длительным временем жизни и короткими циклами отмычки благодаря своей высокой эффективности и хорошим свойствам по сушке. За многие годы их экономическая и техническая эффективность проверена на многих предприятиях производителях высоконадежной современной электроники. В то же время для минимизации возможного расхода промывочной жидкости по причине испарений, рекомендуется ограничивать площадь испарения или использовать специальные крышки для ванн отмычки.

Традиционные ПАВ продаются по более привлекательным ценам за один литр и применяются с пониженными концентрациями. Тем не менее, время жизни этих растворов совсем короткое, что приводит к частым заменам раствора и увеличивает затраты из-за большего потребления моющего средства (рис. 4). Кроме того, в связи с быстрым загрязнением растворов, нестабильность технологического процесса требует дополнительных мер контроля качества и увеличивает риски некачественного результата.

Но, с другой стороны, современные промывочные жидкости на водной основе обеспечивают долгое время жизни ванны и могут применяться с низкими концентрациями, также можно достичь увеличения длительности жизни раствора с помощью фильтрации. Таким образом, используя жидкости на водной основе (МРС-технология), вы получаете преимущества, характерные для модифицированных спиртовых соединений и ПАВ, но в то же время исключаете их недостатки.

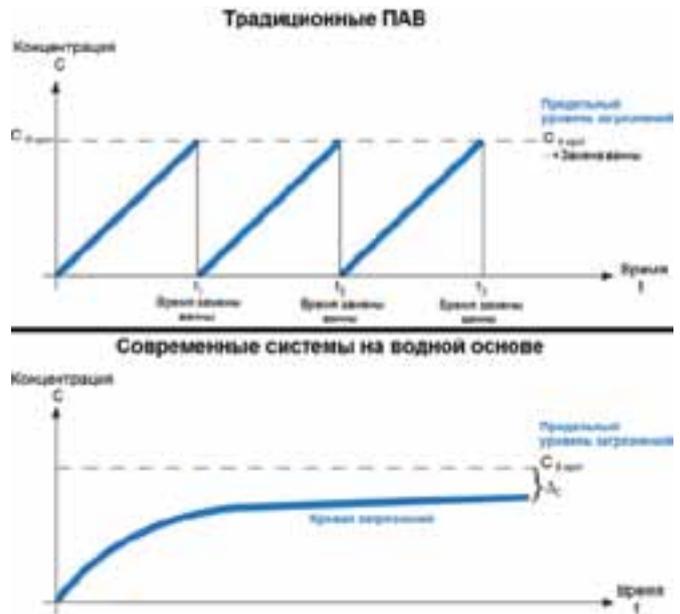


Рис. 4 Сравнение времени жизни ванны

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Чтобы определить затраты, связанные с отмычкой одного изделия, а также принять соответствующие меры для снижения стоимости, необходимо определить все источники затрат и их параметры. Если процесс отмычки уже внедрен, основными факторами стоимости, на которые можно повлиять и которые можно оптимизировать, являются раствор отмывочной жидкости, вспомогательное оборудование и режимы процесса отмычки. Эти три фактора будут подробно исследованы в следующих статьях, рассматривающих струйные и конвейерные процессы отмычки. ■■

Продолжение следует.