

- Мессир, а можно ли сделать идеальные часы?

- Ваше величество! Дайте мне идеальное масло - получите идеальные часы!

Из разговора гениального часовых дел Мастера Авраама Луи Бреге с королём Франции Людовиком XVI Бурбоном.

Общие принципы смазки.

Смазка деталей часового механизма (кинематических пар, или пар трения) производится с целью уменьшения их взаимного трения и, как следствие, износа.

Выбор смазочного материала зависит от скоростей, усилий и материалов, из которых изготовлены пары трения. Также при этом учитываются температурный диапазон и химический состав внешней среды. Масла (т.е. жидкие смазочные среды разной густоты) используются при наличии удерживающих их капиллярных сил (в основном, латунные либо рубиновые подшипники скольжения - опоры осей), а смазки (т.е. нерастекающиеся пасты или гели) - либо при их отсутствии (напр., рабочие поверхности рычагов), либо в тех случаях, когда те же капиллярные силы не позволяют применить масла вследствие их неизбежного растекания из зоны смазки на плоскости рычагов, колёс и плоской части их опор (плоскости мостов либо платин). Для смазки часовых механизмов используются, как правило, жидкие смазочные материалы различной густоты; твёрдые смазочные материалы (графит С, дисульфит молибдена MoS₂, и некоторые другие) обычно используются в порошкообразном виде как наполнители для масел и смазок, с целью повышения сопротивления трению при средних и больших нагрузках. Жидкие смазочные материалы бывают натуральные (на основе какого-либо органического масла), минеральные (продукты переработки нефти), полусинтетические и синтетические (получаемые путём синтеза из органического и неорганического сырья). Также смазочные вещества могут иметь комбинированную основу. Синтетические обладают наивысшей стабильностью своих свойств во времени, но к окончанию своего ресурса они просто испаряются, и детали начинают работать на износ (в лучшем случае, просто клинят). Масла других типов менее стабильны по свойствам (самые худшие в этом плане натуральные масла и смазки), но к окончанию своего ресурса они загустевают, что, по крайней мере, не вызывает поломок деталей механизма).

Маслёнки камней и латунных опор следует заполнять маслом на 1/2...3/4 от их объёма (в случае, если они не обработаны эпиламом), т.к. при переполнении их маслом перестают действовать капиллярные силы, и масло растекается, что крайне нежелательно. В случае предварительной обработки эпиламом, маслоёмкость увеличивается до 2...3 раз, практически без риска растекания масла. Смазка опор противоударного баланса осуществляется следующим образом: в центр накладного камня наносится капля масла, не более 1/4 от его площади, затем капля масла наносится на сквозной камень снаружи (т.е. не в маслёнку, а сверху, в район отверстия); затем бушон со сквозным камнем переворачивается и накладывается на накладной камень, который притягивается к сквозному камню за счёт соединения 2-х капель масла на каждом из них и возникновения таким образом капиллярной силы. При правильно проведенной операции между сквозным и накладным камнями образуется явно видимый кружок масла правильной формы, около половины от площади накладного камня. При растекании масляного кружка бушон необходимо промыть и повторить операцию смазки.

Палеты анкерной вилки (точнее, плоскости импульса палетных камней) следует смазывать очень тонким слоем масла, во избежание его растекания, затем дать пройти половину оборота анкерного колеса во взаимодействии с вилкой, и смазку таким способом повторить. К смазке вилки следует подходить со всей тщательностью, т.к. в данном случае масло не удерживается капиллярными силами, и нужно предотвратить его растекание. Естественно, весьма желательна обработка эпиламом деталей спуска (анкерной вилки и анкерного колеса).

Следует иметь в виду, что исправлять избыточные осевые зазоры в механизмах нужно, с точки зрения правильной смазки, ещё и потому, что цапфа оси колеса, имеющего избыточный осевой зазор, при своём вертикальном перемещении работает для масла в каменной либо латунной опоре (подшипнике скольжения), как насос, способствуя его постепенному перераспределению из маслёнки опоры в пространство между её нижней плоскостью и заплечиком оси, что способствует растеканию масла и его попаданию на плоскость колеса, на зубья триба, и даже иногда к прилипанию колеса к мосту либо к платине и остановке механизма.

Очень важно правильное хранение масел: в родных упаковках, в местах, исключающих воздействие света, избыточной влажности и температуры. Маслодозировки должны быть сделаны из химически инертных материалов (нерж. сталь, золото и нитрид титана (в т.ч. в виде покрытия)). Следует внимательно следить за сроком годности масел, и избегать их использования по окончании оногo. По возможности следует закупать масла в минимальных расфасовках: всё равно срок годности заканчивается задолго до их израсходования. В этой связи вызывает недоумение информация в технической документации фирмы Moebius, согласно которой срок хранения уже открывавшихся упаковок масел и смазок любого типа не должен превышать 12 мес.: наверняка это маркетинговый ход, направленный на принуждение к постоянной закупке свежей продукции; в противном случае уже нанесенные в механизмы масла, неизбежно соприкасаясь с воздухом и, нередко,

со светом, столь же быстро приходили бы в негодность, с соответствующими последствиями для механизмов.

Контрастирует с этим заверения российского производителя о том, что его масла работают десятки (!!!) лет ПОСЛЕ их нанесения.

Следует всегда относиться к вопросу смазки со всей ответственностью и знаниями, помня высказывание старого одесского часовых дел мастера Горячева Петра Дмитриевича (моего Учителя): "Кашу маслом не испортишь, а вот часы - испортишь". Также нужно знать свойства и область применения часовых масел, чтобы достигать наилучшего результата, исходя из того ассортимента, который у мастера есть в наличии, т.к. мало кто может себе позволить приобрести полный ассортимент продукции той же Muebius. Кроме того, для достижения наилучшего результата нужно знать сильные и слабые стороны продукции разных производителей, и грамотно эту продукцию комбинировать. К сожалению, и смысла в её большом ассортименте основная часть мастеров не видит, обходясь минимальным набором масел и смазок из тех, что рекомендуются производителями механизмов, при этом не учитывая, что эта техническая информация постоянно обновляется, а ассортимент продукции производителей часовых масел постоянно увеличивается. Практика показывает, что слепое следование инструкциям не всегда ведёт к наилучшему результату, т.к. любые правила и инструкции должны пройти проверку временем, а также опытом и практикой у каждого вдумчивого мастера. Например, я категорически не согласен с рекомендацией фирмы Muebius использовать масло 9020 для узла спуска маятниковых часов, и 9010 - для цилиндрического спуска; также, но явочным порядком, они недавно сами признали ошибочность широкого применения масел SYNT-HP в любых узлах, вне зависимости от материалов, из которых они изготовлены. Да и в документации ETA нередко бывали неверные рекомендации, вроде использования масла 9010 для смазки шарикоподшипников, или 9104 для смазки сердечек в колёсах накопителей хронографов.

Хочу напомнить прописные истины: грош цена самым лучшим смазочным материалам, если они наносятся на грязные либо не вполне хорошо вычищенные точки смазки, а равно и их использование в условиях, на которые они не рассчитаны. Вопросы очистки - тема отдельной статьи.

Также следует знать, что открывание задней крышки герметичных часов, много лет не бывших в ремонте (напр., для регулировки точности хода), способствует очень быстрому окислению и испарению остатков часовых масел, и они буквально на глазах начинают "умирать": амплитуда баланса уменьшается вплоть до остановки, скат колёс ухудшается, и т.д.: в общем, налицо все признаки того, что часы нуждаются в ремонте, хотя до открывания задней крышки они отсутствовали (по крайней мере, в явно выраженном виде). Часто это вызывает недоумение как владельца часов, так и мастера, а также обвинения мастера в порче часов и, при неблагоприятном положении звёзд на небе, навязывание клиентом мастеру бесплатного ремонта, или даже вымогательства денег в качестве наказания за "порчу" часов. В этой связи ещё мой учитель настоятельно рекомендовал не брать у клиента часы иначе, чем для капитального ремонта, т.к. при полной разборке часового механизма прекращается действие капиллярных сил, и часть масел, оставшаяся на цапфах и осях, а также в их опорах, начинает растекаться, либо окончательно испаряется. Т.е., согласно правилам, устранение неисправностей, связанное с полной разборкой механизма, автоматически должно повлечь капитальный ремонт всего механизма.

Краткий обзор российских часовых масел.

Единственный в России производитель часовых масел - ООО "Микромеханика" - в настоящее время выпускает следующий ассортимент часовых масел: синтетические МПС-1 (баланс - палеты, вязкость 60...65 cSt/20°C), НИИЧП-НС-6п (для пар трения, работающих при малых усилиях и больших скоростях, предварительно обработанных эпиламом, напр., кварцевые механизмы, 32...35 cSt/20°C), НИИЧП-МПО (самое жидкое из линейки часовых масел, 20 cSt/20°C); полусинтетические МН-45 (баланс-палеты-анкер. колесо и кварц, замена МБП-12 и МЧМ-5, 45...48 cSt/20°C), МН-30 (колёса ангренажа, замена МЗП-6, 75...78 cSt/20°C), МН-60 (низкотемпературное, 35...38 cSt/20°C), МН-60У (такое же жидкое, как и МН-60, но выдерживающее буквально запредельные усилия и скорости, благодаря высокому значению пьезокоэффициента вязкости), минеральное МЦ-Н (центр. колесо, узел барабана, колёса ремонтюара; замена МЦ-3, 100...110 cSt/20°C), а также смазки на силиконовой основе ОМЧ-01 и ОМЧС (тяжелонагруженные пары трения пластик-пластик и пластик/резина-металл; вопреки заверениям производителя, для пар трения металл-металл не пригодны).

Упомянутые далее силиконовые масла марки ПМС, а также эпилам Эфрен-2, выпускаются не ООО "Микромеханика", а другими российскими производителями.

Основное отличие российских масел от швейцарских - гораздо больший диапазон выдерживаемых нагрузок при гораздо меньшей вязкости, а также гораздо меньшая зависимость от материалов, из которых изготовлены детали, подлежащие смазке. Напр., синтетические масла Muebius отлично работают в парах трения "сталь-рубин", хуже - "сталь-латунь", и вообще недопустимы для пар трения "сталь-сталь" (исключение - смазки серии 95XX).

Снятие с производства фирмой "Микромеханика" серии масел МЦ-Н-150...1250, предназначенных для работы при больших

нагрузках (в частности, пружинного масла МЦ-Н-400), равно как и целого ряда других позиций в линейке своей продукции, является весьма прискорбным фактом, связанным с полным отсутствием спроса. Вызвано это как неосведомлённостью о них львиной доли часовых мастеров (равно как и невысокой квалификацией многих из них), так и с недостаточной рекламой со стороны производителя. Считаю, что массовые заказы мастерами этих замечательных масел побудят производителя возобновить их выпуск.

В связи с небольшим по времени опытом использования российских часовых масел (на данный момент - порядка 2-х лет), не могу сделать по ним окончательные выводы. Напр., из всей линейки продукции "Микромеханики" наиболее замечательным мне представляется МН-60У. На Припортовом з-де (г. Южный Одесской обл.) моим учеником Сергеем Сомовым (механик с 20-летним стажем) был проведен его трибометрический тест: стальная ось в латунной опоре, размеры и усилия аналогичны первому промежуточному колесу в механизме настенных часов, скорость - 10000 об/мин., время 5 мин. Результат: масло не растеклось и не поменяло цвет, т.е. износа пар трения не возникло вообще! Это масло хорошо показало себя в шарикоподшипниках инерционных секторов автоподзавода, но в кварцевых часах результат неоднозначный; требуются дальнейшие эксперименты. Также касательно кварцевых часов, для ротора и первого промежут. колеса следует применять более жидкие масла, чем МПС-1: напр., МН-60(У), МН-45, НС-6п, при этом помня, что жидкие масла имеют склонность к растеканию, для чего, опять-таки, необходима предварительная обработка эпиламом.

Краткий обзор швейцарских часовых масел (фирмы Muebius).

Фирма Muebius выпускает очень большой ассортимент масел, смазок, эпиламов и т.д., с большим избытком и многократными накладками перекрывающий потребности как производства часов, так и их обслуживания. Многие виды масел и смазок имеют близкие св-ва и одинаковое предназначение.

Классические натуральные масла: 8000 (95 cSt/20°C) - баланс - палеты, 8030 (115 cSt) - колёса ангренажа, а тж. для смазки пружин в часовых механизмах малых калибров, 8031 - то же, низкотемпературное, 8040 (145 cSt) - то же, несколько более вязкое, 8141 (1250 cSt) - для больших усилий (валы барабанов и большинство колёс в настенных часах).

Серия минеральных масел Microgliss (пары трения металл-металл): D-2...D-5 (вязкость от 75 (D-2) до 370 (D-4) и 1200 cSt/20°C (D-5)), C-7 (подобен D-4); также в этой серии масла аналогичного назначения, но дополнительно с антикоррозионными св-вами: K-6 (несколько превосходит по вязкости D-4) и K-7 (вязкость между D-2 и D-3), предназначенные для обработки деталей путём погружения, L-5 (соотв. D-5), а также TH7-SC (290 cSt) - для пластика. Линейка синтетических масел представлена следующими позициями: 9000 и 9014 (100 cSt/20°C) - кварцевые механизмы, серия 9010 (с разными новомодными "прибамбасами", зачастую бесполезными в практическом плане, вроде флуоресцентных маркеров (FL), бесцветные, разноцветные, а также плёнкообразующие (Film), 150 cSt/20°C) - баланс, палеты, анкерное колесо (важно: начало изменения цвета классического 9010 с голубого на грязно-голубой говорит об окончании срока годности), 9015 (та же вязкость, для пластмассы), серия 9020 (270 cSt/20°C, вкл. 9020 Film, 9024 (пластмасс.), 9026 (9020 с наполнителем из дисульфита молибдена MoS₂, что увеличивает износостойкость) - центр. колёса в механизмах малых калибров и т.п., 9027 (1060 cSt/20°C) - для пластика, 9030 (также 9034 (пласт.) - 60 cSt/20°C) - низкотемпературное, 9040 (25 cSt/20°C) - ещё более низкотемпературное (из-за очень малой вязкости 9030 и 9040 склонны к растеканию без обработки деталей эпиламом), 941 (110 cSt/20°C) - палеты (также смазка 9415 - палеты в высокочастотных мех. (от 28800 пк/час), обладает ярко выраженными тиксотропными свойствами: без воздействия механической нагрузки похожа на студень, а при нагрузке в месте контакта рабочих поверхностей мгновенно превращается в жидкость, и вновь мгновенно превращаясь в студень по завершении механического контакта, что предотвращает растекание смазки); универсального применения 9800 (220 cSt/20°C); серия масел для больших давлений 9101...9104 (SYNT-HP, вязкости соотв. 500, 750, 1000 и 1300 cSt/20°C) - для пар трения сталь-рубин и сталь-латунь, работающих при средних и повышенных нагрузках (колёса ангренажа, автоподзавода и ремонтуара, вал барабана и т.п.) Не следует переоценивать предельную нагрузку, выдерживаемую самым вязким маслом этой серии - 9104: напр., большое заводное колесо автоподзавода на ETA 7750 с этим маслом нормально выдерживает межремонтный период, а вот у тех клонов 7750, где это колесо имеет более тонкие цапфы, это масло не выдерживает более года.

Важно: синтетические масла серии 9xxx НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНЫ для смазки пар трения сталь-сталь!!!

Выскажу своё мнение об апгрейде ряда синтетических масел упомянутыми выше флуоресцентными маркерами (FL).

Производитель исходил из вроде бы благих побуждений: определять наличие масла при облучении механизма ультрафиолетом. Однако, даже если предположить, что fl-маркер расходуеться одновременно с самим маслом, и, таким образом, позволяет определить не только факт наличия масла в зоне трения, но и его количество, и даже, в чём я не уверен, безвредность УФ излучения для синтетических масел, в состав которых введён данный маркер, то следует иметь в виду, что механизмы смазываются не только синтетическими маслами с fl-маркерами, но также минеральными и натуральными

(органическими) маслами, которым УФ-облучение противопоказано, поэтому данное нововведение, по крайней мере, является спорным. Кроме того, неизвестно, как ведёт себя маркер с течением времени, при старении масла.

Также к синтетическим маслам относятся силиконовые I-31-B, I-4 и H-10 (соответственно 510, 1000 и 11000 cSt/20°C) - естественно, предназначенные для смазки узлов, где хотя бы одна из пар трения является пластиком, резиной и т.п., при наличии капиллярных сил.

К специальным маслам, находящим применение при ремонте часов, относятся упоминавшиеся выше Lubeta V105 и V106, предназначенные, соответственно, для смазки реверсивных колёс анкерного типа (а также, как показывает практика, колёс вертикальных передач в сложных хронографах), и шарикоподшипников, методом погружения.

К синтетическим смазкам относятся 9500 (для барабанов; в тех. док. подробности не приводятся), 9501 (тиксотропная, для фрикционов при небольших и средних нагрузках), 9504 (ремонтурная, для средних нагрузок), 9520 (полусинтетическая, для средних и больших нагрузок), 9550 (для больших нагрузок).

К натуральным смазкам относятся 8200 (тиксотропное, для пружин в механизмах средних калибров), 8201 (то же, с дисульфитом молибдена, не тиксотропное; перед использованием тщательно взболтать), 8207 (то же, с графитом); 8212, 8213, 8217 (для смазки внутренних стенок барабанов в часах с автоподзаходом, сделанными соотв. из алюминия, меди и любых других материалов; в этой связи 8212 и 8213 присутствуют в ассортименте чисто номинально); 8300 (пружины в крупных калибрах, ремонтур при больших нагрузках), 8301 и 8302 (то же, с наполнителем соотв. MoS2 и C).

Завершают линейку продукции силиконовые смазки 8513 (более густая) и 8516 (менее густая), предназначенные для резиновых сальников и прокладок. Стоит отметить, что тонкие силиконовые прокладки круглого сечения смазке не подлежат.

Таблица смазки основных типов часовых механизмов смазочными материалами ООО "Микромеханика" (Россия) и фирмы Moebius (Швейцария).

Калибр	Опоры баланса	Палеты анкерной вилки	Опоры анкерного колеса	Промежут. и секунд. колёса	Центр. колесо, вал барабана	Основная пружина
10-20 мм	МН-45	МН-45	МН-45	МН-45	МН-30	МН-30
	МПС-1	МПС-1	МПС-1	МПС-1	8030	8030
	8000	8000	8000	8000	9020	
	9010	941/9415 9010	9010	9010		
22-27 мм	МН-45	МН-45	МН-45	МН-30	МЦ-Н	МЦ-Н
	МПС-1	МПС-1	МПС-1	8030	8141	8200
	8000	8000	8000	9020, 9101, 9102	9104	
	9010	9010 941/9415	9010			
29-40+ мм	МН-45, МПС-1	МН-45,	МН-45	МН-30	МЦ-Н	МЦ-Н(?)
	8000	МПС-1	МПС-1	8030	8141	8200
	9010	8000	8000	9101...9103	9104	8300
		941/9415	9010			
Хронометры морские	МПС-1	МПС-1	МПС-1	МН-30, МЦ-Н	МЦ-Н(?)	8200
	9020	941	9020 9101	9102...9103	9104	8300

Будильники крупногабаритные	МН-30/МЦ-Н* 8030, D-4*, К-6* 9020	МЦ-Н 8040 D-3 9501	МЦ-Н 9800 9101	МЦ-Н 9102...04	МЦ-Н(?) 9104(?) 8300	8200
Крупногабаритные часы (маятниковые)		МЦ-Н 9501	МЦ-Н 9101	МЦ-Н 9102...04	8141 8200 8300	8300

Калибр	Стенки барабана (для часов с а/п)	Коронное колесо	Рычаги ремонтуара	Минут. триб (фрикцион)	Колёса ремонтуара
10-20 мм	8217 9520	МЦ-Н 9800 D-4 C-7	8200 9504	МЦ-Н 9501	МН-30, МЦ-Н 8030, D-5 9020, 9101
22-27 мм	8217 9520	МЦ-Н 8141 8200 D-5	8300 9520	МЦ-Н D-5 8300 9501	МЦ-Н D-5 9104
29-40+ мм	8217 9550	МЦ-Н(?) 8141 8201, 8207 8300	8301, 8302 9550	МЦ-Н 8141, D-5 8301, 8302	МЦ-Н D-5, 8141 9104
Хронометры морские				8300	
Будильники крупногабаритные			8301, 8302 9520, 9550	8301, 8302 9520, 9550	МЦ-Н 8141, D-5, 9104
Крупногабаритные часы (маятниковые)			8300, 9520	8301, 8302 9520, 9550	МЦ-Н 8141, D-5; 9104

	Ротор, колёса ангренажа	Календарь, колёса ремонтурара	Рычаги, ремонтур	Фрикцион
Кварцевые часы	МН-60, МН-45, МПС-1	МН-30, МЦ- Н	8200	МЦ-Н
	9000, 9014	D-4, 9020, 9101	9504	9501
Пластмасс. кварц	ПМС-100...500 9015, 9024	ПМС-500 I-31-B 9024	9504	МЦ-Н, 9501
Настенные кварц.	ПМС-200...500; I-31-B	ПМС-1000 I-4		ПМС-1000; Н-10, 8516

Примечания.

Знак (?) после обозначения масел означает, что, хотя данные масла рекомендованы их производителями для использования в данных узлах при соответствующих им нагрузках, практический опыт даёт основания в этом сомневаться, хотя и не всегда результат использования данных масел в данных конкретных узлах даёт однозначно одинаковый результат. В случае подобных обоснованных сомнений рекомендую использовать более густые масла, способные выдерживать бо́льшие нагрузки.

Цифрами в таблице обозначены масла швейцарской фирмы Moebius. Серия 9XXX - синтетика, 8XXX - натуральные, Microgliss D-3... D-5 - минеральные.

Знак (*) обозначает масла, которые могут использоваться для смазки стальных опор баланса (центровочные винты).

Дополнения к таблице.

Смазка автоподзаводов разных конструкций:

Ось инерционного сектора (сталь - рубин): МН-30, МЦ-Н; 9020, 9101...9102

То же, сталь - латунь: МЦ-Н; 9102, D-5

То же, сталь - сталь: МЦ-Н; D-5

То же, шарикоподшипник обычный: МН-60У; Lubeta V106 (смазка методом погружения)

То же, шарикоподшипник с керамическими шариками: МН-60У; Lubeta V106, 9010

Реверсивные колёса анкерного типа, с латунным внутренним трибом и стальными анкерами (ETA 2824, 2892 и др.): Lubeta V105 (смазка методом погружения)

То же, храпового типа (Zenith), а также анкерного, со стальным внутренним трибом и стальными анкерами (Полёт, Ракета): МН-60У; 9501, Lubeta V105. Косые зубья, взаимодействующие со стальной стопорящей пластиной (Zenith), дополнительно смазываются смазками с графитом либо дисульфитом молибдена (8301, 8302).

То же, с рубиновыми дисками: внутри не смазываются; допускается обработка эпиламом Эфрен-2 или 7061, 8971, 8981.

То же, со стальными дисками: обработка эпиламом Эфрен-2, ЗМП-1 или 7061, 8971, 8981; внутри не смазываются.

Храповый фиксатор (рабочая кромка): 8301, 8302 (тонким слоем); пример - ETA 7750; исключение: если храповый фиксатор фиксирует колесо, которое этими же зубьями взаимодействует с другим колесом или трибом, то такой фиксатор не смазывается; пример - Полёт 2415. Для больших заводных колёс автоподзавода храпового типа (с приводом от усов, напр. Ориент, Сейко) смазка косых зубьев осуществляется смазками с наполнителем из графита или дисульфита молибдена (8301, 8302).

Ось усов автоподзавода: сталь-рубин - МН-30...МЦ-Н, 9020...9102; сталь-сталь - МЦ-Н; 8300, 9520.

Передаточные колёса автоподзавода, в т.ч. опоры реверсивных колёс: МН-45, МН-30, МЦ-Н; D-3...D-5; 9010...9104 (в зависимости от скоростей, усилий и вариантов пар трения; для рубиновых опор предпочтительнее синтетические масла).

Ряд частных случаев смазки:

Рубиновые палеты/латунное анкер. колесо: МН-45, МПС-1; 8000, 9010.

Стальные палеты (штифты)/латунное анкер. колесо: МН-30, МЦ-Н; 8030, 8040, D-2...3.

Стальные палеты (штифты)/стальное анкер. колесо, также цилиндрический спуск: МН-45...30, МПС-1; D-3...5, 9501 (в зависимости от усилий).

В старинных крупногабаритных будильниках стальные конусообразные опоры баланса: МЦ-Н, D-4.

Масла 941 (для низкочастотных механизмов) и 9415 (для высокочастотных - от 28800 пк/час) предназначены для работы с рубиновыми/сапфировыми/агатowymi палетами и стальными анкер. колёсами. Смазка 9415 обычно имеет жидкую фракцию, которая с успехом заменяет масло 941 и, по-видимому, им и является. Допускается также использовать 9415 в низкочастотных спусках при заметных усилиях: в крупных карманных калибрах и приставных ходах.

В коаксиальном спуске смазывается центральная палета в вилке (9415), остальные работают всухую. Обработка эпиламом настоятельно рекомендуется.

Пластиковый спуск: новые детали не смазываются; после примерно 5 лет непрерывной эксплуатации детали обрабатываются эпиламом ЗМП-1, Эфрен-2 или 7061, 8971, 8981, затем, после нескольких минут сухого хода, смазываются предельно малыми дозами ПМС-100 или 9034, 9015.

Диск календаря (диск дат классического типа) сам по себе не смазывается: смазываются тонким слоем густого масла (МЦ-Н; D-5, 9104, а в случае пластикового диска - ПМС-1000, I-4) рабочие поверхности его фиксатора, затем диск прощёлкивается на 10 позиций, и смазка фиксатора повторяется. Ни в коем случае не смазывается колцевой наплыв в платине, являющийся нижней опорой календарного диска (равно как и в случае колёс ремонтара, в частности, коронного). Также смазываются оси рубиновых роликов, фиксирующие диск календаря с торца, но уже более жидкими маслами (9101, D-4, МН-30): Ролекс, Слава 2426 и т.д. Если диск (обычно диск дней недели) имеет малое центральное отверстие, то оно также смазывается, как и фиксатор, при этом растекание масла следует тщательно избегать. Допускается предварительная обработка эпиламами Эфрен-2 либо любым из линейки Моеbius.

Пластмассовые кварцевые часовые модули (timereases): ничего лучше чистого силикона разной густоты (напр., марки ПМС-100...1000, либо I-31-B, I-4) для узлов, где хотя бы одна из пар трения - пластик, не придумано. Вариант - 9015, 9024 (более густое).

Пластмассовые механизмы малых калибров желательно предварительно обрабатывать эпиламом: ЗМП-1, Эфрен-2 или 7061, 8971, 8981. При этом нужно не забывать, что пары трения металл-металл/рубин, также нередко присутствующие в таких калибрах (речь о цапфах колёс и их опорах), смазываются обычными для данных скоростей и усилий маслами; масла на силиконовой основе для таких узлов противопоказаны. Важно: минеральные масла и смазки могут разрушать некоторые виды пластмасс, поэтому в данном случае особенно важно придерживаться рекомендаций по смазке. Напр., для ремонтара таких механизмов лучше всего подходит 9504.

На вопрос о том, как правильно смазывать малые стальные колёса ремонтара с отверстием под ось, у меня такой ответ: при избыточной смазке отверстия таких колёс, равно как и при их смазке после установки на ось, масло при их установке выдавится вверх и растечётся по их зубьям и по мосту ремонтара, а при избыточной смазке оси - соответственно, масло выдавится вниз и растечётся по платформе, по зубьям самого колеса и т.д. Это же относится и к смазке коронного колеса, и к другим колёсам подобной конструкции. Таким образом, при их смазке главное - соблюдать меру, и эпилам вам в помощь! Часовые колёса не смазываются, если часовой механизм не имеет дополнительных устройств в виде календаря и т.п., т.е. если часовое колесо является последним в кинематической цепи. В остальных случаях оно смазывается также, как и другие колёса ремонтара, но так, чтобы масло не растеклось на зубья минутного триба.

Фузейная цепь обрабатывается эпиламом ЗМП-1, Эфрен-2 или 7061, 8971, 8981 и смазывается МЦ-Н или D-5 методом протирки цепи тканью с маслом, либо L-5 путём погружения. Аналогичным образом желательно смазывать и основные пружины (mainsprings) маслами, указанными в таблице.

Смазка деталей маслами Lubeta V105/106 осуществляется методом погружения с последующим удалением излишков масла путём продувки потоком воздуха.

Смазка колёс вертикальных передач в модулях хронографов. Предлагаю свой вариант их обслуживания, дающий хороший результат, но пока ещё не прошедший длительную проверку временем. Считается, что в такие колёса лучше "не лезть", оставлять их, как есть, и вообще по инструкции их положено раз в 4 года менять на новые (?!), особенно в таком "страшном звере", как модуль хронографа ETA 2894 (имеется в виду, в первую очередь, колесо вертикальной передачи, включающее и выключающее секундный накопитель). После чистки, в процессе которой важно расклинивать подвижные части колеса для более полного удаления старой смазки, я обрабатываю колёса эпиламом и смазываю их маслом Lubeta V105. На всех этапах,

в т.ч. смазки погружным способом и последующей продувки воздухом, важно раздвигать сцепленные колёса. Одесский часовой мэтр Валентин Богач советует вообще даже процесс смазки таких колёс производить путём погружения самой ёмкости с маслом в ультразвуковую мойку, т.к. таким образом гарантируется повсеместное проникновение масла, без необходимости раздвижения колёс на оси. Впрочем, считаю такой вариант хоть и интересным, но в данном случае избыточным, т.к. масло Lubeta V105 является очень жидким и поэтому обладающим большой проникающей способностью. Результат такого обслуживания вполне хороший: в разведенном положении подвижное колесо свободно вращается на своей оси при продувке воздухом из груши, чего не наблюдается у колёс, отработавших положенный срок и не обслуженных. Якобы "необходимость" замены таких колёс на новые при каждом регламентном сервисе считаю не более чем маркетинговым ходом производителя оных.

Вопрос смазки опор анкерной вилки является дискуссионным. В литературе советского периода их смазывать не рекомендуется, т.к. масло может увеличить инерционность вилки, что отрицательно скажется на качестве работы анкерного спуска. С другой стороны, наше светило Душан Владимирович утверждает, что опоры вилки должны смазываться в механизмах, начиная от калибра 22 мм, но основная масса производителей мезанизмов, кроме, разве что, Seiko, об этом не в курсе (видимо, просто не зарегистрированы на нашем форуме□). Андрей Бабанин рекомендует их смазывать сверхмалыми дозами, правда, не уточняя, в каких калибрах и какими маслами. Моё мнение такое: смазывать их нужно там, где на спуск действуют заметные усилия (карманные, приставные хода и т.п.), причём более жидким маслом, чем используется для смазки опор баланса, палет и анкерного колеса: МН-60(У), НИИЧП-НС-6п, НИИЧП-МПО; 9030, 9040; желательно в ускоренных калибрах (от 28800 пк/час), но тоже более жидким маслом; в остальных следует использовать российские эпиламы: они сами по себе, в отличие от швейцарских, заметно снижают трение, и тогда в малых и средних калибрах их можно и не смазывать. Эпилам вообще желателен везде: тогда нет нужды смазывать опоры вилки сверхмалыми дозами, а для жидких масел он вообще обязателен, т.к. они сами по себе склонны к растеканию. Причины же нередкого возникновения маслянистых отложений вокруг цапф вилки, и, соответственно, на её опорах (камнях), причём даже в тех случаях, когда они заведомо не смазывались, и были предварительно отмыты со всей тщательностью, достоверно объяснить пока не удаётся: видимо, они сродни тому, что и образование мирра (тоже маслянистая жидкость) на старых православных иконах (мироточение).

Импульсный камень баланса обычно не смазывается; исключение - если речь идёт о стальном эллипсе/штифте и стальной вилке в старых часах (обычно роскопфах), либо импульсном штифте в балансах крупногабаритных будильников и др. механизмов. Во всех случаях предварительная обработка эпиламом улучшит качество работы данных узлов, обеспечит большую сохранность масел, уменьшит трение и износ, увеличит межремонтный период.

Основную пружину, если она визуалью не имеет признаков серьёзной усадки, следует со всей тщательностью очищать от старой смазки, грязи и продуктов истирания, для чего нередко приходится использовать органические растворители (бензин или ацетон, т.к. ультразвуковые и, тем более, ротационные мойки с загустевшими до каменного состояния маслами плохо справляются), и, в наихудших случаях, средства на основе каустической соды; затем, по совету Адольфа Ланге, рекомендую протирать тканью с маслом, соблюдая меру, иначе масло будет вытекать из барабана. Естественно, ткань не должна оставлять ворса. Если есть возможность, желательно пружины малых калибров (или до толщины примерно 0,1 мм) обрабатывать эпиламом ЗМП-2, более мощные - эпиламом 6СФК-180-05. Но даже после такой обработки я не могу рекомендовать обходиться без смазки пружины, даже невзирая на утверждения производителей о том, что пружины из белого сплава в смазке не нуждаются по причине якобы самосмазывающего эффекта, вызванного самой структурой сплава. Эти утверждения легко опровергаются несложным опытом: стоит лишь провести пальцами по плоскости даже новой пружины, чтобы убедиться, что она сухая. Как известно из литературы, около 30% потери энергии приходится именно на межвитковое трение пружины в барабане, поэтому смазка пружины - операция очень важная и ответственная. В то же время я не согласен с утверждениями на форуме, что пружина, имеющая на плоскости потёртости от сухого трения, обязательно подлежит замене, т.к. предложенная мною обработка эпилами, дающими толстую защитную плёнку, вкупе с правильной смазкой, позволяет этим обстоятельством пренебречь, по крайней мере, до следующего кап. ремонта. Да и доказательств того, что эти потёртости уменьшают жёсткость пружины или делают её неравномерной, представлено не было. Также я не согласен с рекомендацией ряда форумчан при первом плановом сервисе пружину вообще не трогать; при втором - так уж и быть, почистить и смазать; а при третьем - порвать и выбросить, заменив на новую: пружину, на мой взгляд, следует менять только тогда, когда она лопнула (кроме легко исправляемых концевых креплений), треснула, либо когда она заметно просажена, т.е. явно утратила прежнюю геометрию и потеряла изначальную жёсткость. Принудительное изгибание просаженной пружины для возврата ей прежней геометрии и жёсткости даёт лишь слабый и кратковременный эффект, а посему практически бесполезно. В то же время я согласен с утверждениями одного форумчанина (к сожалению, не помню

его ник), что дно и крышку барабана крупногабаритных часов (настенных и напольных) желательно также смазывать пружинной смазкой (изнутри, естественно :-), а саму пружину смазывать промышленной смазкой ШРУС-4, обладающей отличными противозадирными свойствами. Отшелушивающееся изнутри никелевое покрытие пружинных барабанов следует счищать латунной карцовочной щёткой, чтобы не оставлять царапин, для предотвращения попадания твёрдых никелевых чешуек в пружину и, соответственно, повреждения её плоскости. Для установки обработанной пружины в барабан следует использовать специальные приспособления для навивки ("моталки"), для предотвращения деформации пружины и загрязнения её отпечатками пальцев.

Вообще говоря, я не могу назвать ни одно масло либо смазку для пружин, которое бы в течение, хотя бы, межремонтного периода, всегда давало бы гарантированно хороший результат. Раньше была вполне хорошая пружинная смазка ПС-4 (ещё советская и ранняя российская), служившая очень долго, но теперь даже её замена МЦ-Н-400 снята с производства. Мой издевательский вопрос руководству фирмы-производителя, что они рекомендуют вместо неё: неужели Моебиус 8200? □, остался без ответа. Это обстоятельство вынуждает меня экспериментировать с промышленными маслами; когда получу однозначно хороший, проверенный временем результат - обязательно сообщу.

В крупных механизмах (напр., настенных, каминных и т.п.) опоры рычагов, которые не испытывают большей нагрузки, чем вес самих рычагов (конечно, если он незначительный), не смазываются. При этом нужно следить, чтобы оси рычагов имели гладкую поверхность.

Также нужно следить, чтобы в таких механизмах валы барабанов и цапфы колёс, работающих при больших нагрузках, не были обработаны до зеркального блеска, а сохраняли некоторую шероховатость, т.к. в противном случае частицы масла не могут удерживаться на их поверхности, и выдавливаются из зоны контакта цапфы со стенкой отверстия полностью, что равносильно сухому трению, с соответствующими последствиями в виде их совместного ускоренного износа.

Нанесение свежего масла при неустранённых следах истирания на поверхностях цапф и их отверстий НЕДОПУСТИМО, т.к. это ведёт к их дальнейшему ускоренному износу.

Нанесение свежих масел в зоны смазки без полной чистки, пусть даже они будут той же марки, что и старые, является заведомой халтурой: химические процессы, происходящие в маслах как с течением времени, так и при длительной эксплуатации, равно как и их загрязнение продуктами истирания, приведут к ускоренному старению свеженанесённых масел и, как следствие, потере ими своих свойств. Также необходимо очищать маслёнки латунных футеров, а также их торцы и внутренние стенки отверстия, не только от грязи, но и от окислов, т.к. они химически разлагают органические (натуральные) масла. Насчёт масел других типов информации не имею, но, в любом случае, после очистки от окислов хуже не будет, да и в плане эстетики полезно.

В процессе смазки допускается смешивание масел одной серии для получения оптимальной вязкости: например, 9101 (500 cSt) и 9104 (1300 cSt) при смешивании в разных пропорциях, даже прямо в маслёнках камней и латунных футеров, вполне позволяет обходиться без 9102 и 9103 (соотв. 750 и 1000 cSt), т.к. это масла одной серии (SYNT-HP), отличающиеся только по вязкости. Также не скрывается, что масло для кварцевых часов 9014 (100 cSt) является смесью 9010 (150 cSt) и 9030 (60 cSt) в пропорции 7:3 (также масла одной серии).

Широкое применение Моебиус Microgliss D-5 для смазки почти всех узлов, кроме спуска, считаю ошибочным, сродни тому, как нерадивые мастера ещё в недавнее время использовали масло для балансов и палет МБП-12 в качестве универсального масла на все случаи жизни. Это масло (т.е. D-5) хорошо работает при средних нагрузках и небольших скоростях в парах трения "сталь - сталь" и "сталь - латунь", при наличии капиллярных сил. В остальных случаях лучше использовать другие масла и смазки. Многократно приходилось видеть разложившееся D-5 в маслёнках камней и на цапфах осей центральных колёс (вплоть до начала их истирания), в то время как на осях, проходящих через отверстия в трибах заводных колёс автоподзавода (напр., в калибрах ETA 2892), работающих при аналогичных нагрузках, такого не наблюдается. Впрочем, рассматриваемые нами производители выпускают масла, которые теоретически (как, собственно, и в случае отсутствия иных вариантов) могут использоваться, как универсальные: МН-60У и 9800.

Использовать при смазке часовых механизмов масла и смазки, применяемые в промышленности, допускается либо в случаях крайней необходимости, как экстренная мера, либо после досконального изучения их свойств и длительной экспериментальной проверки в специально тестируемых механизмах (в последнем случае возможны подчас удивительные и неожиданные результаты). Также существуют рецепты, позволяющие самостоятельно, в домашних условиях, изготовить органические масла, которые, при отсутствии возможности приобретения специализированных смазочных материалов,

можно использовать для смазки неответственных (малоценных) часовых механизмов (приведенные, напр., в книгах Пинкина).

Краткий обзор эпиламов.

Эпилам - специальная жидкость на основе соединений фтора, предназначенная для предварительной обработки деталей механизмов, подлежащих смазке. Во всех случаях детали после очистки и перед сборкой желательнее обрабатывать эпиламом для предотвращения растекания масел, повышения маслоёмкости и уменьшения трения (последнее возможно при использовании российских эпиламов), а также для отталкивания влаги. Обработка эпиламом осуществляется погружением детали в ёмкость с эпиламом, выдержке не менее 30 сек., сушке тёплым воздухом ("термофиксация") и контролем состояния поверхности. При постоянном появлении пятен на обработанных поверхностях следует сменить моющий раствор и сам эпилам, и промыть детали заново (плёнка эпилама при этом не всегда сохраняется, поэтому для верности процесс эпиламирования лучше повторить). После обработки эпиламом детали спуска они должны проработать всухую несколько минут, и лишь затем смазаны. Вообще, при ремонте часов из теоретически существующих эпиламов российского производства применяются ЗМП-1 (наиболее доступный; общего назначения, кроме некоторых вариантов окраски дисков календаря; перед использованием его следует аккуратно взболтать), ЗМП-2 (то же самое, но дающий более толстую плёнку и поэтому пригодный для обработки различных деталей крупногабаритных часов и др. механизмов, напр., деталей спуска), Эфрен-2: универсальный, в т.ч. для любых вариантов окраски календарных дисков; по свойствам очень похож на 8981. Из всех эпиламов, с которыми мне приходилось работать, он является наилучшим. Напр., он, в отличие от эпиламов ЗМП, позволяет обрабатывать узел баланса в сборе без риска последующего слипания витков спирали, не смывается органическими растворителями, очень быстро испаряется даже без процедуры термофиксации, что удобно при эпиламировании изделий из пластика. Для тяжело нагруженных пар трения рекомендую эпилам 6СФК-180-05. Главное отличие эпиламов российского производства от иностранных аналогов (в частности, 8981) - снижение трения и износа, значительное снижение момента трогания (для 6СФК-180-05 - до 10000 раз!). Также и по цене эпиламы российского производства намного дешевле швейцарских аналогов (собственно говоря, это же относится и к маслам). Из эпиламов Моебиус наибольшее применение при ремонте часов имеют готовые к применению растворы 7061 (устойчивый к моющим р-рам), 8971 (на водной основе, легко смываемый и поэтому относительно недорогой), и 8981. Выпускаются также концентраты, которые разводятся специальной жидкостью, и которую нужно приобретать отдельно, но это, вследствие заоблачной стоимости, целесообразно лишь для серийного производства и крупных сертифицированных сервис-центров. Также выпускаются более разбавленные растворы, обычно применяемые в серийном производстве, и в мастерских и сервис-центрах не используются. 8981 и, вероятно, его другие "собратья" проще и, я бы сказал, приятнее в использовании, чем российские аналоги (кроме Эфрена-2): эффект от их применения обычно сильнее выражен (при смазке можно заполнять маслёнку камней "с горкой"), и они труднее смываются (кроме 8971), но, как уже было отмечено выше, они, в отличие от российских, не способствуют сами по себе уменьшению трения и износа: не зря в тех. документации российские эпиламы называются также смазочными композициями. Наглядный пример - сравнение продолжительности сухого спуска после обработки эпиламами двух рассматриваемых здесь производителей: после обработки 8981 амплитуда довольно быстро начинает затухать (через 15...60 сек.), а после обработки ЗМП-1 или Эфреном-2 затухание амплитуды не наблюдается и через 5 мин., как если бы спуск был смазан.

Пермодически мелькающую информацию о деталях, якобы "испорченных" эпиламом, считаю недостоверной, не подтверждаемой собственной многолетней практикой: это противоречит самой природе эпиламов, и вызвано какими-либо другими причинами, относящимися, скорее всего, к нарушению технологии очистки деталей или их смазки.

В заключение должен отметить, что в целом ряде случаев техническая документация не приводит подробностей и чётких рекомендаций по применению конкретных масел и смазок в часовых механизмах; чаще всего это касается недавно разработанной продукции. Особенно этой "недосказанностью" грешит российский производитель, что и побудило меня к написанию этой статьи.

Из сравнительного анализа продукции российского и швейцарского производителей также следует, что такой важный параметр, как вязкость масла (измеряемый в сантистоксах (сSt) при определённой температуре, для усреднения приводится $t=20^{\circ}\text{C}$), не является определяющим при сопоставлении масел одного назначения. В частности, масла для балансов и палет 8000, 9010, МН-45 и МПС-1 имеют разную вязкость: соответственно, 95, 150, 45 и 60 сSt/20°C; масло для кварцевых часов 9000 по вязкости соответствует маслу для центральных колёс, валов барабанов и т.п. МЦ-Н (~ 100 сSt).

Данная информация предоставлена на основании собственного многолетнего практического опыта ремонта часов любых типов и конструкций, а также углублённого анализа технической документации, и поэтому данные из таблицы и описательная часть могут отличаться от рекомендаций как производителей масел, так и производителей часов. Информация постоянно уточняется и обновляется.

Автор таблицы и описательной части - Ревич А.Е., часовой мастер с более чем четвертьвековым стажем.