***Д-р Курт Г. Эдер**, президент, генеральный директор фирмы EDER Engineering GmbH*

ДОСТИЖЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭКОНОМИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ КАЧЕСТВЕННО ИЗГОТОВЛЕННОГО И ОТРЕМОНТИРОВАННОГО ВОЛОЧИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Среди столь внушительной заводской инфраструктуры и огромного парка оборудования в цехах волочения проволоки и изготовления кабеля очень легко не обратить внимание на волочильный инструмент. Важность инфраструктуры и большого производственного оборудования известна всем. Однако именно этот небольшой сверхтвердый прецизионный инструмент с крошечным отверстием – фильера – определяет успех или неудачу в любом процессе волочения проволоки, а также его экономичность.

Один из основных способов значительно повысить экономию в зоне волочения проволоки, а следовательно, и в кабельном производстве – это просто не позволять дорогому волочильному инструменту портиться, изнашиваться, поскольку более длительный срок службы фильер обеспечивает волочение большего количества проволоки и ее однородности.

Фирма EDER Engineering GmbH (Австрия) со своим более чем 60-летним опытом, более чем 50-летним стажем работы в бывшем СССР и 99%-м экспортом является признанным специалистом и лидером в секторе передовых волочильных инструментов, оборудования и технологии обработки волок, а также мировым поставщиком и консультантом в области кабельной и проволочной промышленности в 82 странах мира.

EDER Engineering GmbH предлагает не только высококачественный волочильный инструмент, но и машины для обработки волок по последнему слову техники, модернизацию существующего оборудования, полностью оборудованные мастерские по ремонту волок, линии для производства фильер под ключ со всем необходимым аппаратным и программным обеспечением.

В используемых в наши дни современных многоходовых волочильных машинах применяется гораздо большее количество фильер, которые рано или поздно попадают в ремонтные мастерские, где зачастую отсутствует квалифицированный персонал или необходимое оборудование. Встает вопрос, как определить качество волочильного инструмента, изготовленного из карбида вольфрама, натуральных или синтетических поликристаллических алмазов. Критериями для оценки качества инструмента являются:

- **выбранный материал фильеры (обеспечивает износостойкость);**
- **геометрия фильеры (профиль фильеры и полировка ее поверхности);**
- **количество повторных обработок после выявления первоначального износа;**
- **высокий срок службы фильеры и количество проволоки, изготовленной с использованием этой фильеры.**

МАТЕРИАЛЫ ФИЛЬЕР

Выбор наиболее соответствующего материала для волочильного инструмента зависит главным образом от типа и размера проволоки, требуемого объема производства проволоки, а также от инфраструктуры, существующей на кабельном заводе. Чем меньше диаметр изготовляемой проволоки, тем более твердым и мелкозернистым (а значит, лучше поддающимся полировке) должен быть материал фильеры.

Целесообразно кратко остановиться на **материалах, используемых в настоящее время для изготовления волочильного инструмента**.

1. Карбид вольфрама (ТС)

Твердость может достигать заначения, в три раза превышающего твердость стали. В настоящее время фильеры из карбида вольфрама применяются главным образом для волочения проволоки из черных металлов, но также частично для волочения проволоки больших диаметров из цветных металлов, в том числе при волочении небольших партий проволоки и частом изменении ее диаметров.

После появления фильер из синтетических поликристаллических алмазов (PCD) в начале 70-х годов прошлого века и постоянного увеличения размеров заготовок для фильер применение фильер из карбида вольфрама резко сократилось, особенно в области волочения проволоки из цветных металлов.

2. Натуральный алмаз (ND)

Кроме закаленной стали и карбида вольфрама до появления синтетических поликристаллических алмазов для изготовления волочильного инструмента использовались натуральные алмазы, обладающие необычайно высокой твердостью и износостойкостью. Несколько лет назад на рынке появился также материал из синтетических монокристаллических алмазов, часто называемых «**Monodie**». Как и натуральный алмаз, он используется в основном для изготовления фильер с небольшим диаметром волоки и фильер для чистового волочения.

3. Синтетический поликристаллический алмаз (PCD)

Уже в конце 60-х годов в условиях конфиденциальности специалисты компании ЭДЕР-Австрия смогли испытать и успешно использовать для изготовления фильер первый изготовленный человеком синтетический поликристаллический алмаз – материал, созданный компанией General Electric под маркой «**COMPAX»**.

Это затем привело к разработке серии новых, более мощных станков для обработки фильер, после чего начиная с 70-х годов этот первоначально трудно поддающийся обработке материал стал абсолютным победителем среди материалов для изготовления волочильного инструмента. Благодаря другой запатентованной компанией EDER технологии вскоре была также решена проблема полировки поверхности фильеры из поликристаллического алмаза, которая в то время была похожа на апельсиновую корку. В начале 80-х годов, после совместной работы с компанией Siemens, специалисты компании смогли успешно изготовить и представить на мировой рынок первые фильеры из поликристаллического алмаза, используемые при скрутке медных и алюминиевых проводников, и с большими волочильными каналами.

В настоящее время вряд ли какой-либо кабельный завод мог бы успешно функционировать без применения волочильного инструмента из синтетических поликристаллических алмазов, имеющего различные модели и различное назначение, начиная с волочения катанки и заканчивая тонким волочением проволоки. Фильеры из поликристаллических алмазов чаще всего применяются для волочения проволоки из любых цветных металлов, но также для волочения проволоки из нержавеющей стали даже (в условиях температурной стабильности) для волочения тугоплавких и других материалов. Во многих случаях они заменили используемые ранее фильеры из карбида вольфрама и натуральных алмазов.

Вообще говоря, фильеры должны рассматриваться не просто как предмет, покупаемый путем сравнения прайс-листов. Они заслуживают более тщательного изучения с точки зрения качества и потенциальных возможностей, которыми они обладают, так как они действительно вносят большой вклад в экономическую эффективность кабельного завода.

Характеристики волочильного инструмента и технология их производства

В обобщенном виде характеристики волочильного инструмента можно определить следующим образом:

- высокая прочность на сжатие и жесткость;
- высокая твердость и износостойкость;
- высокое качество рабочей поверхности.

Производство фильер из натуральных и синтетических поликристаллических алмазов

Сначала тщательно отбираются заготовки, которые должны точно соответствовать области будущего применения фильеры. Далее заготовка вставляется в оправку. После монтажа заготовка сверлится, то есть на современном лазерном оборудовании изготавливается преформа. При этом лазерная обработка не должна оказывать слишком большого разрушающего термического воздействия на материал вокруг высверленного отверстия.

Затем на ультразвуковом оборудовании просверливаются конические отверстия и затем на высокоскоростных шлихтовальных станках цилиндрические отверстия точно калибруются и полируются.

Перед отгрузкой клиентам проводится тщательная инспекция качества поверхности и геометрии фильеры.

При использовании фильер самым простым показателем успеха является количество высококачественной проволоки, которую изготовили с помощью того или иного волочильного инструмента. Это еще раз доказывает, что наибольшая экономия достигается за счет увеличения срока службы инструмента.

Однако этот желаемый успех возможен только при выборе первоклассных материалов для изготовления фильеры, точной геометрии профиля фильеры и полировки, подходящих для волочения конкретного материала, а также от того, используются ли эти высококачественные материалы и соответствующая технология.

На многих заводах, особенно там, где нет четкого мониторинга эффективности работы волочильного инструмента, эти факты могут не быть очевидными мгновенно, но тем не менее они имеют место. Более того, является доказанным фактом, что только содержащийся в хорошем состоянии волочильный инструмент может гарантировать повышенный срок службы фильеры, большее количество высококачественной изготовляемой проволоки и, следовательно, значительную экономию денежных средств кабельных заводов.

Таким образом, ведется большая работа по увеличению срока службы волочильного инструмента и тем самым повышению экономической эффективности производства при условии наличия соответствующего оборудования для восстановления фильер и опытного персонала.

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПОВТОРНАЯ ОБРАБОТКА ФИЛЬЕР

Высокое качество материала фильер в сочетании с тщательно выполненной геометрией и полировкой поверхности – самая лучшая гарантия длительного срока их службы и обеспечения наиболее оптимальных результатов процессов волочения проволоки, то есть значительного вклада в эффективность заводов.

Однако существуют и другие факторы, от которых зависит эффективность фильер:

- **точная установка/регулировка комплектов фильер в волочильной машине;**
- **чистота и твердость материала проволоки;**
- **качество сварных соединений в проволоке, которая подвергается волочению;**
- **скорости волочения;**
- **температура волочения (при «мокром» волочении около 40–50 °С);**
- **тип и состояние смазки (значение pH, плотность);**
- **промежуточный контроль в процессе волочения;**
- **промежуточный контроль применяемых фильер.**

В зависимости от объема изготовляемой проволоки, а также от условий использования волочильного инструмента, все фильеры рано или поздно подвергаются износу.

Наиболее высокая эффективность достигается, если фильеры извлекаются из машины для быстрой полировки, когда начальные признаки износа видны в волочильном конусе, там, где происходит первый контакт проволоки с фильерой.

В этом случае можно успешно и в течение длительного периода времени использовать фильеры с сохранением их первоначального диаметра до того момента, когда потребуется их обработка для перевода на производство проволоки большего диаметра.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕМОНТА ФИЛЬЕР НЕОБХОДИМО ВЫБИРАТЬ В СООТВЕТСТВИИ С МАТЕРИАЛОМ ФИЛЬЕР

Для каждого типа материала требуется соответствующий тип оборудования/технология, и в принципе предпочтительнее **полуавтоматические станки**, которые имеют все перечисленные преимущества, по сравнению с автоматическими и довольно дорогими станками.

Для восстановления фильер из карбида вольфрама предлагается, например, современный полуавтоматический станок **ETC-1/HF**, пригодный для шлифовки и полировки как конусообразной, так и цилиндрической частей фильеры. Скорость обработки – от 3 до 10 мин на фильеру, рабочий диапазон – фильеры диаметром от 1 до 20 мм.

Для фильер из карбида вольфрама большего или меньшего размера имеются другие специальные станки.

Однако для ремонта фильер из натурального и синтетического поликристаллического алмазов необходима двойная технология с использованием двух разных станков.

Для обработки (шлифовки и полировки) конических/конусообразных частей фильер потребуются мощные, но легкие в обращении полуавтоматические ультразвуковые станки, например модель **USP-115** или – для большого количества фильер – модель **USP-TWIN**, в то время как для прецизионной калибровки и полировки цилиндрической части потребуются специальные высокоскоростные шлихтовальные станки, выбираемые в зависимости от типоразмера проволоки, а для фильер из поликристаллического алмаза – со значительно более высокой скоростью хода.

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ СТАНКИ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ФИЛЬЕР (типа USP-115 или USP-TWIN)

Эти станки используются для обработки конических/конусообразных частей фильер. С их помощью могут выполняться такие операции, как

1. Удаление износного кольца фильеры (легкой или средней степени износа). В этом случае рабочая игла имеет соответствующую форму, используется соответствующий угол фильеры и мелкий, микронный алмазный порошок.

Таким образом, износное кольцо быстро удаляется и переходной конический патрон полируется заново, контакт с цилиндрической частью практически отсутствует.

Эта фильера может опять использоваться для производства проволоки того же диаметра до тех пор пока не останется 60 % исходной длины калибрующей зоны волоки. Тогда фильеру нужно будет перевести для волочения проволоки на больших размеров.

2. Повторная обработка/увеличение фильеры до определенного размера основывается на так называемом «методе пересечений», который означает точку, в которой пересекаются только что обработанный переходной конический патрон и выходной раструб фильеры. Для вычисления этой точки можно воспользоваться особым, но простым расчетом.

Не вдаваясь глубоко в технологические детали ультразвуковых станков в целом (генератор + преобразователь + сонотрод *(рабочий инструмент машины для ультразвуковой сварки)*), стоит отметить, что существует огромное число разновидностей машин и исполнений, предлагаемых различными поставщиками, что зачастую сильно осложняет непосредственное сравнение возможностей этих машин.

По этой причине специалисты, заинтересованные в приобретении современных ультразвуковых

станков, должны тщательно сравнивать предложения поставщиков и проверять, имеет ли тот или иной конкретный тип машины соответствующую мощность, высокий уровень автоматизации, легок ли он в эксплуатации, обеспечивает ли конструкция длительный срок эксплуатации.

«Дешевый ультразвук» требует осмотрительности, потому что очень часто эти станки рекламируют как «полуавтоматические», но в действительности они являются простыми стандартными машинами, для которых требуется множество дорогих аксессуаров, чтобы приблизить их к тому уровню, которому они, должны соответствовать по названию. Для ультразвуковых станков по обработке фильер, применяемых в современных мастерских по ремонту фильер, **«ПОЛУАВТОМАТИКА» должна быть стандартом.**

Очень важно, чтобы комплектующие генераторов и преобразователей ультразвуковых станков проходили тщательный отбор, регулировались и настраивались для обеспечения гарантии потенциала, надежности и экономичности машин.

Таким идеальным по нашему мнению ультразвуковым станком является наша машина (модель **USP-115**) **– *современный полуавтоматический ультразвуковой станок, предлагаемый в трех различных версиях, отвечающих потребностям кабельных заводов.***

*Версия **USP-115 UF** идеально подходит для обработки фильер диаметром от 0,05 до 3,0 мм, в то время как наиболее широко продаваемая модель **USP-115 F** может использоваться со всеми диаметрами в диапазоне от 0,10 до 8,0 мм. Для фильер из поликристаллических алмазов больших диаметров – до 20 мм (уплотняющие фильеры, фильеры для волочения прутьев и труб) предлагается станок мощностью 1000 Вт – модель **USP-115P**).*

Стандарт «полуавтоматики» станка подразумевает несколько важных черт, к которым относятся:

- **автоматическое согласование частоты и амплитуды;**
- **система регулировки эффективного рабочего давления;**
- **встроенное устройство заточки игл;**
- **функция качания полировального столика для микрополировки синтетических поликристаллических фильер;**
- **автоматическая установка и регулировка большинства рабочих параметров во всех операциях;**
- **автоматический перезапуск при достижении рабочей иглой заданного рабочего давления;**
- **встроенная система обеспечения безопасной эксплуатации** (плавный запуск, выключение при перегрузках, защита от короткого замыкания, холостой ход, система сообщений о неполадках и т.д.);
- **легкость монтажа, ввода в эксплуатацию и использования.**

В связи с тем что кабельная и метизная промышленность используют все более скоростные многоходовые волочильные машины, фильеры из натуральных и синтетических поликристаллических алмазов приходится ремонтировать все чаще. На этих машинах одновременно применяется несколько дорогих фильер, которые быстро изнашиваются и требуют обработки в ремонтном цеху, где часто не хватает квалифицированных операторов и подходящего оборудования.

Ультразвуковые станки типа **USP-TWIN** объединяют две независимые рабочие станции. На этом уникальном станке один оператор может одновременно ремонтировать две фильеры, при этом, например, одна станция может обрабатывать фильеру с малым диаметром отверстия, а вторая – фильеры со средними и большими диаметрами отверстий, что позволяет почти вдвое повысить производительность процесса ремонта фильер.

Автоматические станки для ультразвуковой обработки фильер типа HGM-21 и UFM-1

В 90 % случаев для обработки фильер из натурального и синтетического поликристаллических алмазов самым экономически целесообразным и обычным является выбор полуавтоматических ультразвуковых станков. Однако существуют некоторые ниши специфичных применений, где использование более сложных и значительно более дорогих **полностью автоматических ультразвуковых станков может быть более предпочтительным**.

Работа этих станков основана на уже упоминавшемся принципе «пересечений». Заданный размер и длина цилиндрической части фильеры могут быть достигнуты с помощью соответствующих станков для калибровки/полировки проволоки, к каким, например, относится высокоскоростной станок со сдвоенной рабочей станцией типа HGM-21, который может эксплуатироваться в широком диапазоне диаметров проволоки – от 0,05 до 10,0 мм.

Полуавтоматический станок **HGM-21** очень прост в эксплуатации – управляется бесконтактно с помощью передачи информации по электрическим сетям с момента запуска и на всех последующих этапах работы. Каждая рабочая станция может использоваться независимо от другой и может работать в автоматическом цикле, по окончании которого, а также соответствующих операций дается аудиосигнал и визуальная индикация.

Рабочие шпиндели можно заменить за одну минуту, и тогда станок HGM-21 будет работать со следующими типами шпинделей**:**

- **стандартные шпиндели – диаметры от 0,05 до 2,0 мм;**
- **специальные шпиндели – диаметры до 4,50 мм;**
- **максишпиндели – диаметры до 10,0 мм (возможно и бульшие диаметра).**

Для обработки фильер сверхмалых размеров для диаметров от 0,010 до 0,30 мм предлагается специальный станок типа UFW-1 в стандартном и модернизированном исполнении.

Для инфраструктуры современного цеха по восстановлению фильер также неизбежно требуется другое специальное дополнительное оборудование и инструменты, как, например, разнообразные **приборы для ультразвуковой очистки волочильных инструментов «SONOMATIC»**, высокоэффективный **микроскоп для проверки качества фильер «DIM ZOOM 160»** и другое оборудование для измерения и мониторинга размеров и профиля фильер. Все это позволяет должным образом проверять качество фильер на всех этапах ремонта и производить конечную инспекцию перед их повторным применением.

В заключение следует подчеркнуть, что у качества всегда есть определенная цена. Это справедливо как для кабельной, так и для метизной промышленности, особенно во времена глобализации.

Доказано, что только с помощью фильер, имеющих точную геометрию и хорошо отполированную поверхность, – будь то новые или отремонтированные – можно изготавливать проволоку высокого качества, соответствующую все возрастающимтребованиям – высоким скоростям волочения, работе на многоходовых волочильныхмашинах, выдерживать ужесточившиеся требования по допускам диаметров, работать с проволокой малых диаметров, отвечать требованиям ИСО и т.д. – всем тем требованиям, которые выдвигаются кабельными заводами в наше время.

Во времена сегодняшней жесточайшей экономической конкуренции на всех уровнях промышленности необходимо ясно осознавать, что износившиеся, отработавшие волоки – это «неиспользованные сокровища», которые нужно регулярно ремонтировать.

Правильный и своевременный ремонт фильер может продлить срок службы этого дорогостоящего инструмента, а это, в свою очередь, может внести вклад в эффективность работы кабельного или метизного завода. При волочении проволоки с помощью качественных новых или правильно отремонтированных фильер в зависимости от соответствующей существующей инфраструктуры время простоя линии при смене комплекта волок занимает обычно 20–40 мин. **Если увеличить срок службы фильер на 10 %, то можно увеличить на 10 % и общую производительность.**

В результате можно легко оправдать затраты на качественные фильеры и их ремонт, поскольку выпуск некачественной продукции по разным причинам потребует затраты гораздо больших средств. Оборудование фирмы EDER для ремонтных мастерских требует относительно небольших инвестиций, а значительная отдача будет получена очень быстро.

NEXTROM TECHNOLOGIES

ROSENDAHL AUSTRIA

Rosendahl SZ-скрутка ROST

Эффективное экранирование с использованием технологии SZ

- **Непрерывное производство**
- **Высокие производственные скорости**
- **Малая длина переходного участка**

На основе успешной серии машин SZ-скрутки, Rosendahl разработал машину, предназначенную для экранирования.

Машина SZ-скрутки ROST оснащена крутильными дисками с ременным приводом для большого числа экранирующих элементов, смещенным крутильным валом и высокодинамичным частотно-регулируемым реверсивным AC-двигателем.

Машина в основном используется для экранирования силовых кабелей и позволяет при минимальной длине переходного участка достичь большого числа кручений. Машина встраивается в линию непрерывного наложения оболочки, таким образом возможно осуществить модернизацию любой существующей линии.

Технические характеристики:

- скорость вращения ротора – макс. 500 об/мин;
- количество экранирующих проволок – макс. > 52;
- диаметр экранирующих проволок – макс. 2 мм;
- максимально 5 кручений в одном направлении.