

Рецепт успеха — контроль усилия обжима

По работе я не раз посещал множество цехов по изготовлению проводных и кабельных жгутов для различных отраслей. Во время таких визитов я отмечал, что во многих случаях устройства контроля усилия обжима (УКУО) были отключены, независимо от марки, потому что инженеры и операторы использовали их неправильно. Надеюсь, что к вашему предприятию это замечание не относится, но я бы все-таки посоветовал нанести внеплановый визит на участки обжима и выяснить, регулярно ли используются там подобные контролирующие устройства. Боюсь, что результат окажется неутешительным.

**Густаво Гарсия-Кота
(Gustavo Garcia-Cota)**

**Перевод:
Артем Вахитов**

temcat@mail.ru

Сергей Сидоров

ssg@dipaul.ru

Почему же УКУО не используются работниками регулярно, несмотря на все свои преимущества? Одна из главных проблем — недостаточное понимание того, какие параметры влияют на способность устройства выявлять отклонения. Важность определения качества обжима можно уподобить вниманию при выпечке пирога: ингредиентов множество, и если один из них некачественный или отсутствует, желаемого результата вы, скорее всего, не достигнете. В статье рассматриваются основы устройства системы определения качества обжима и обсуждаются аспекты, которые необходимо учесть, прежде чем отключать УКУО.

Что именно выявляет устройство контроля усилия обжима?

Прежде всего, важно понимать, что именно выявляет устройство контроля усилия обжима. В отрасли бытует мнение, что оно позволяет надежно обнаруживать все общие ошибки обжима, совершенные в ходе обработки, в том числе:

- неверная длина зачистки;
- отсутствующие проволоки;
- неверное поперечное сечение провода;
- неверный тип зажима;
- неоднородность свойств материала зажима;
- обжим изоляции;
- ненадлежащая глубина вставки;
- ненадлежащая высота обжима.

Справедливо ли это мнение? Все зависит от контекста. Таков правильный ответ, пусть он и ненаучный. Многим невдомек, что сама по себе установка УКУО не решит всех проблем качества обжима. Основное назначение этого устройства — контроль технологического процесса с выявлением недопустимых отклонений от типовой кривой усилия обжима. Любое отклонение за установленные пределы допуска классифицируется устройством как нарушение качества обжима.

Оператор должен обучить УКУО распознавать качественный и некачественный обжим. Процесс обучения заключается в контроле нескольких образцов с ручной проверкой соблюдения всех

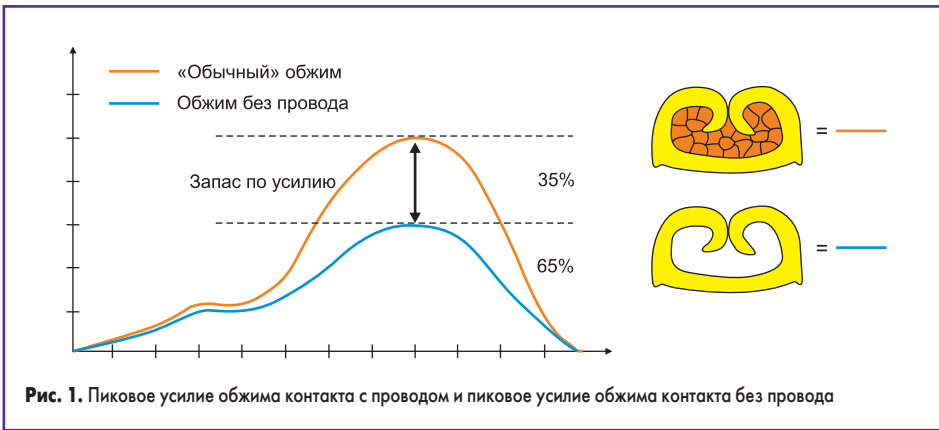
параметров (усилие и высота обжима). После этого УКУО будет сравнивать параметры всех объектов контроля с этими данными. Таким образом, с точки зрения УКУО, «некачественный» обжим означает, что фактическая кривая обжима выходит за пределы допуска, установленного в процессе обучения на заведомо качественных образцах. Но поскольку экран устройства контроля не вмещает все эти данные, оно просто сообщает о «некачественном» обжиме. Номинальные параметры обжима, которые нужно контролировать, разнятся в зависимости от области применения, и операторам необходимо научиться расшифровывать выводимую устройством информацию, чтобы понять, где произошло отклонение и действительно ли оно означает «некачественный» обжим.

Причины отклонений

Зная, что именно интерпретируется устройством контроля как «некачественный» обжим, оператор сможет учесть параметры, влияющие на кривую обжима. Есть множество факторов, от которых зависит качество обжима, а также влияние каждого из параметров на способность устройства контроля выявлять дефекты.

Важнейший фактор — осуществимость. Он определяется так называемым запасом по усилию — разностью между пиковым усилием обжима контакта с проводом и пиковым усилием обжима контакта без провода. Запас по усилию определяет «твердость» контакта по сравнению с проводом. Обычно оптимальным считается запас в 30–40% (рис. 1). При соблюдении этих условий можно легко выявлять такие дефекты, как отсутствующие проволоки, расположение проволок поверх изоляции, неправильное позиционирование и т. д.

Тип материала и твердость контакта — еще один важный фактор, влияющий на процесс обжима. Чем тверже контакт, тем меньше запас по усилию и тем сложнее будет выявлять другие проблемы обжима. Не последнюю роль играет и отделка, так как некоторые материалы сильнее «проскальзывают» относительно обжимного инструмента. Отдельные материалы (например, золото) имеют тенденцию



скапливаться на инструменте в случае ненадлежащей смазки, что также влияет на кривую обжима. Очень важен допуск на толщину контакта, так как УКУО обнаружит отклонение по толщине, если у контролируемых образцов она больше, чем у тех, которые были введены в процессе обучения.

Еще один критически важный фактор — правильное сочетание провода, контакта и герметичного уплотнителя. Если провод слишком мал или слишком велик для используемых контакта и герметичного уплотнителя, УКУО будет трудно отличить качественный обжим от некачественного.

Необходимо также учитывать тип и качество провода. Важно, чтобы провод был хорошего качества и однородным по массе. Качество провода — одно из важнейших условий, поскольку для формирования из проволоки газонепроницаемой сотовой структуры требуется от 30 до 40% усилия обжима. Если масса меди колеблется слишком сильно по длине провода, это значительно затруднит контроль усилия обжима. Очень важно и число проводников, поскольку УКУО, как правило, способны обнаружить отсутствие лишь 10% или большего количества проводников. Поэтому, если всего в проводе семь проволок, устройство среагирует даже на одну недостающую проволоку, а если их 19, то для обнаружения такого дефекта необходимо, чтобы отсутствовали две или более проволоки. Изоляция также влияет на усилие обжима, хотя и в меньшей степени. Если изоляция снята чисто, усилие обжима определяется эффективнее.

Следующий критически важный фактор — аппликатор. Важно, чтобы он был хорошо смазанным и надежным, то есть качественно изготовленным, с хорошим механизмом подачи и качественным инструментом.

Правильно и своевременно обслуживаемый пресс с высокой повторяемостью и высоким значением индекса возможностей технологического процесса ($Cmk > 2,33$) обеспечит приложение одинакового усилия к системе из провода и контакта. Пресс должен быть сконструирован таким образом, чтобы его упругая деформация в процессе работы была неизменной и достаточной для измерения датчиками на раме (а значит, и для определения приложенного усилия). В случае датчиков, установленных на кулачке или станине, это тоже важно, хотя и в меньшей степени. Ключевую роль здесь играет индекс Cmk .

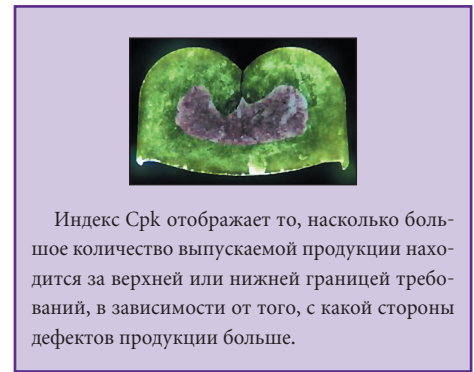
Среди прочего на процесс обжима влияет подготовка провода. Необходим качественно подготовленный провод с неизменной длиной обрезки и зачистки, без поврежденных проволок. У проводов, зачищенных вручную, более вероятны повреждения и недопустимый разброс параметров, что ведет к большим отклонениям. Для получения наилучших результатов рекомендуется использовать качественные автоматические машины для резки и зачистки.

Немаловажным фактором является подача провода. В случае обжимного пресса с ручной подачей оператор должен неизменно подавать правильно зачищенный и спрямленный провод в позицию останова, прежде чем запускать цикл обжима.

Часто пренебрегают таким фактором, как температура. Экстремальные температуры или колебания температур на заводе в течение дня могут повлиять на способность устройства контроля усилия обжима к выявлению отклонений.

Наконец, на результаты контроля усилия обжима влияет само устройство контроля. Важно, чтобы пользователь знал типы используемых устройства контроля и тензодатчика, а также умел правильно располагать датчик.

УКУО могут быть очень эффективными средствами контроля качества, если пользователь понимает принцип их действия, учитывает все рассмотренные выше факторы и создает оптимальные условия для их работы. Внимательный учет этих факторов — единственный способ обеспечить надежное обнаружение дефектов обжима.



Правильная интерпретация данных

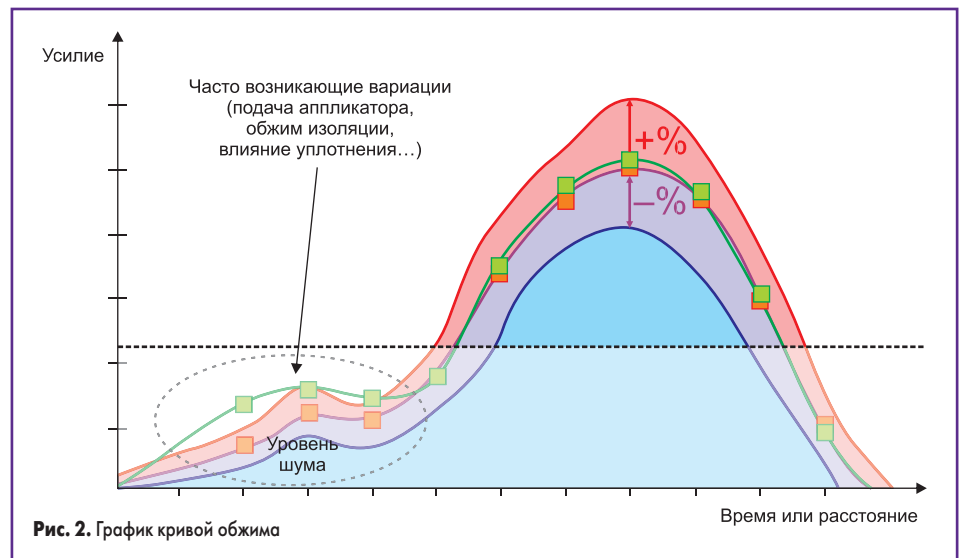
Самое важное для надлежащего контроля качества обжима — умение операторов читать и интерпретировать данные, которые выдает УКУО. Как уже отмечалось выше, оператор должен научиться устройству контроля отличать качественный обжим от некачественного. Для этого необходимо провести первичное исследование осуществимости контроля с учетом всех упомянутых выше факторов. Поскольку производственный коллектив обычно мало участвует в решении вопроса о том, какое сочетание провода и контакта использовать, лучше всего определять осуществимость путем тщательного анализа до начала серийного производства с использованием данных материалов и инструмента. Вот самые важные результаты такого анализа:

- индекс Cpk для высоты обжима проводника;
- индекс Cpk для усилия отрыва;
- данные микрографического анализа.

Микрографический анализ обжатого провода

Такой предварительный анализ даст ценную информацию о требуемой комбинации провода, контактов и параметров обжима.

Определившись с качеством оборудования и материалов, а также с запасом по усилию, необходимо далее назначить зоны обжима. Проще всего это сделать по графику кривой обжима в компьютере или встроенном программном обеспечении соответствующих машин. В некоторых случаях возникает неже-



лательный шум оборудования и контактов в начале и конце процесса обжима, известный под названием шума подачи (рис. 2). Он не критичен для процесса обжима, и его следует исключить из расчета путем фильтрации. Зоны обжима должны быть сосредоточены на рабочей части кривой обжима и запрограммированы в УКУО.

После фильтрации нежелательного шума можно построить типовую кривую обжима, усреднив данные по качественно обжатым проводам. Сколько отсутствующих проволок будет выявляться как дефект обжима в том или ином диапазоне, устанавливается методом проб и ошибок. Чтобы выяснить, как недостающие проволоки влияют на отклонение от типовой кривой обжима, можно удалять проволоки по одной. Этот тест позволит определить процент отсутствующих проволок, который

способно выявить УКУО. После сбора всех этих данных рассчитывается допуск в процентах относительно усредненной кривой, построенной по данным контроля заведомо качественно обжатых проводов.

Документирование результатов

Наконец, для определения надлежащих технологических параметров (сочетание контакта, провода, инструмента, устройства контроля усилия обжима и параметров обжима) важно документировать полученные результаты. Если они всегда находятся под рукой и приведены в памятке рядом с обжимным прессом или загружаются автоматически в программное обеспечение машины, то обжим и контроль его качества будут всегда осуществляться в соответствии с технологи-

скими картами, а устройство контроля будет поставлять ценные данные для диагностики и устранения проблем качества обжима.

Заключение

Есть целый ряд факторов, которые следует принимать во внимание для успешного использования устройств контроля усилия обжима. Разумеется, все устройства контроля поставляются с базовым набором параметров, пригодным для многих случаев. Но для профессионального их использования и создания продуктов высочайшего качества и надежности необходимо удостовериться в надлежащей подготовке каждого ингредиента, прежде чем приступить к изготовлению, — как и шеф-повару на кухне. В этом и состоит рецепт успеха.