

## Кабельная продукция IGUS chainflex – результат многолетнего труда наших инженеров



**С точки зрения потребителя энергосистема должна просто надежно функционировать. Это предполагает безупречную работу всех ее компонентов, включая применяемые кабели.**

Отказы кабельных линий в 1980-е стали существенной проблемой, что подтолкнуло наших специалистов к более пристальному изучению данной проблемы. Определив перечень повреждений, возникающих в кабелях при эксплуатации в подвижных системах энергоснабжения, и проанализировав характер воздействия, приводящий к этим повреждениям, лаборатория igus® разработала кабель, в котором стойкость к агрессивному воздействию заложена конструктивно. На сегодняшний день лаборатория igus для моделирования реальных условий эксплуатации стала крупнейшей в отрасли. В ней в течение 25 лет проведено более 300 000 испытаний. Ежедневно на различных тестах мы испытываем более 700 кабелей одновременно. Результатом деятельности стала разработка комплексных систем энергоцепей, которые поставляются от одного поставщика, включая системную гарантию. Кабели chainflex® и энергоцепи испытываются вместе и затем оптимизируются. На основе накопленного с 1989 года опыта, ноу-хау и серии тщательных и дорогостоящих экспериментов разработаны конструктивные принципы, которые на сегодняшний день помогают предотвращать выход из строя оборудования во всем мире.

Приведем краткий список проблем, способных вывести кабель из строя.

### **Поломка жил**

Неисправность электрического кабеля из-за переломанных медных жил, вызванная усталостью материала, механической перегрузкой либо нагрузкой отдельных жил при продолжительном напряжении при изгибе или истирании материала в пределах скрутки, с последующим обрывом проводника. Основным фактором конструктивного характера, влияющим в большинстве случаев на частоту переломов жил, является конструктивно заложенная неправильная скрутка жил (по параметрам «направление/угол», «шаг скрутки» и «плотность»).

### **Штопор**

Визуально определяемая, винтообразная деформация всего кабеля, вызванная механической перегрузкой/нагрузкой при растяжении в месте изгиба кабеля. Причинами являются в большинстве случаев конструктивные изъяны кабеля (послойная скрутка, отсутствующий центральный элемент, плохо отлитая оболочка) и высокие механические напряжения при изгибе кабеля.

### **Истирание оболочки**

Оболочка истирается вплоть до скрутки или экранирующей оплетки. Причинами являются в большинстве случаев ошибочный выбор материала и/или неправильный процесс экструдирования оболочки, вследствие чего поверхность получается восприимчивой к истиранию.

### **Вздутие и разрывы оболочки**

Оболочка становится мягкой и бесформенной или разрывается до скрутки жил/экранирующей оплетки. Причиной может быть ошибочный выбор материала по критерию стойкости к агрессивным средам (к маслам или другим химическим материалам).

### **Потери экрана/ EMV-проблемы**

Электромагнитные помехи в пределах или за пределами электрического кабеля. Причина – разрыв плетения экрана из-за механической нагрузки при некорректном угле, шаге плетения экрана, слишком «свободная» навивка фольги.

### **Как можно предотвратить указанные проблемы, изменив конструкцию кабеля?**

После большого количества испытаний мы пришли к выводу, что конструкция кабелей играет решающую роль (наряду с правильной укладкой кабелей в энергоцепи). Принципиальное конструктивное отличие, позволяющее избежать некоторых указанных выше проблем, – не послойное, а пучковое переплетение жил.

Послойное скручивание существенно проще в изготовлении, и поэтому на рынке предлагаются дешевые кабели по низким ценам как «пригодные для энергоцепей». То, что привлекает на первый взгляд, может оказаться тем не менее дорогостоящей ошибкой, если скручивание кабеля в «штопор» парализует все работающее устрой-

ство. Как возникают эти проблемы? Найти ответ поможет взгляд на конструкцию кабеля.

При послойном переплетении жилы кабеля располагаются в нескольких слоях около оси кабеля более или менее плотным переплетением в большинстве случаев относительно прямолинейно и с экструдированной оболочкой.

Что происходит с таким, например, 12-жильным кабелем при подвижной работе? В процессе движения и сгибания цепь сжимает жилы по внутреннему радиусу и растягивает их по внешнему радиусу. В большинстве случаев вначале это работает хорошо, так как эластичность материала еще достаточно высокая, но скоро усталость материала вызывает постоянные деформации, жилы растягиваются, ломаются и разрушают оболочку.

Пучковая скрутка жил устраняет эти проблемы благодаря ее неоднократно тестированной надежной внутренней конструкции элементов. Вначале переплетаются в пучки с особым шагом отдельные проводники, и далее изготовленные пучки снова переплетаются между собой. При больших поперечных сечениях кабеля это происходит вокруг центрального элемента, особо устойчивого к растяжению. Следующий шаг – дополнительная скрутка этой структуры вокруг еще одного устойчивого к растяжению внутреннего центрального элемента.

В результате этих поэтапных скручиваний жилы при движении кабеля попеременно оказываются на внутреннем или внешнем радиусе сгибаемого кабеля. Сжатие и растяжение не концентрируются на одном участке и сглаживаются за счет отбора нагрузки на устойчивый к растяжению центральный элемент, который, кроме того, дает скрутке жил необходимую внутреннюю стабильность.

Пучковая скрутка жил в кабелях igus – надежна и проверена многие миллионы раз с 1989 года.

### **Что такое EMV-проблемы и разрывы экранирующей оплетки кабеля?**

Экранирование кабеля в первую очередь решает задачу защиты сигналов кабеля от внешних электромагнитных помех. Поврежденная экранирующая оплетка обычно не опознается визуально, и поиск подобного повреждения, как правило, является довольно трудоемким процессом.



То, что функционирует при статичном использовании, часто неприменимо в движении. Тип экранирующей оплетки – очень важный пункт, который не указывается в каталогах большинства производителей.

Igus предлагает следующие решения:

- Использование особой, полученной и многократно проверенной в ходе длительных экспериментов, величины угла переплетения жил экранирующей оплетки, что нейтрализует механические воздействия на нее.
- Стабильная внутренняя оболочка экрана не позволяет ей двигаться бесконтрольно.
- Сама экранирующая оплетка защищена от скручивания благодаря конструкции переплетения.

### **Истирание и разрывы оболочки**

В то время как внутренние повреждения кабеля невозможно обнаружить при визуальном осмотре, повреждения оболочки сразу же бросаются в глаза. igus® предоставляет возможность выбора из 7 различных материалов оболочки кабеля для соответствующих воздействий агрессивной окружающей среды.



### **Экструдированная под давлением оболочка**

Не только материал, но и изготовление играет важную роль. Оболочка у так называемых «пригодных для цепей» кабелей в большинстве случаев делается под низким давлением и не обеспечивает надежную фиксацию для конструкции скрутки, которая необходима при постоянных изгибах кабеля. igus® является первым производителем кабелей, материал оболочки которых экструдируется под высоким давлением между обработанных тальком сплетениями пучков. Это сделано, чтобы сплетение не раскрывалось, а жилы были проложены, как в канале.

**Напоследок приведем 7 основных правил выбора хорошего кабеля для подвижного применения.**

#### **1. Устойчивый к растяжению центральный элемент**

В зависимости от числа жил и поперечного сечения свободное пространство обычно образуется вдоль осевой центральной части кабеля. Оно должно быть заполнено прочным центральным элементом (не из отходов, как это часто бывает). Тем самым конструкция переплетения кабеля остается всегда защищенной и предотвращается смещение жил в середину кабеля.

#### **2. Структура проводника**

Наилучшим решением является согласованная комбинация диаметра проволоки, шага и направления скрутки.

#### **3. Изоляция жил**

Изолирующие материалы не должны «склеиваться» в кабеле. Должны применяться только высококачественные, экструдированные под высоким давлением PUR или TPE-материалы.

#### **4. Скрутка**

Конструкция скрутки должна быть изготовлена с оптимальным коротким шагом вокруг стабильного и устойчивого к растяжению центрального элемента, который тем не менее должен сохранять определенную подвижность относительно оболочки. При наличии в кабеле 12 и более жил необходимо производить скрутку жил в отдельные пучки.

#### **5. Внутренняя оболочка**

Вместо недорогих тканей или наполнителей требуется применять экструдированную под высоким давлением внутреннюю оболочку из высококачественных PUR или TPE-материалов. Таким образом предотвращается смещение пучков и жил относительно друг друга.

#### **6. Экранирование**

Общая экранирующая оплетка должна быть изготовлена надежно и с оптимальным углом переплетения вокруг экструдированной под давлением внутренней оболочки. Весь экран выполняет дополнительную защиту конструкции сплетения от скручивания.

#### **7. Внешняя оболочка**

Внешняя оболочка должна соответствовать самым различным требованиям: от устойчивости к ультрафиолету до гибкости при низких температурах, от устойчивости к маслам до оптимизации затрат. Материал оболочки должен быть высокоустойчивым к износу, однако не должен «склеиваться», должен быть гибким, но также быть и механически прочным. В любом случае оболочка должна быть экструдирована под высоким давлением.



**Официальный дистрибьютор igus  
в Республике Беларусь – ООО «ХЕННЛИХ»**

[www.hennlich.by](http://www.hennlich.by)

E-mail: [info@hennlich.by](mailto:info@hennlich.by)

тел. (+375 17) 207 18 28

моб. (+375 44) 577 51 92

УНП 191131834