

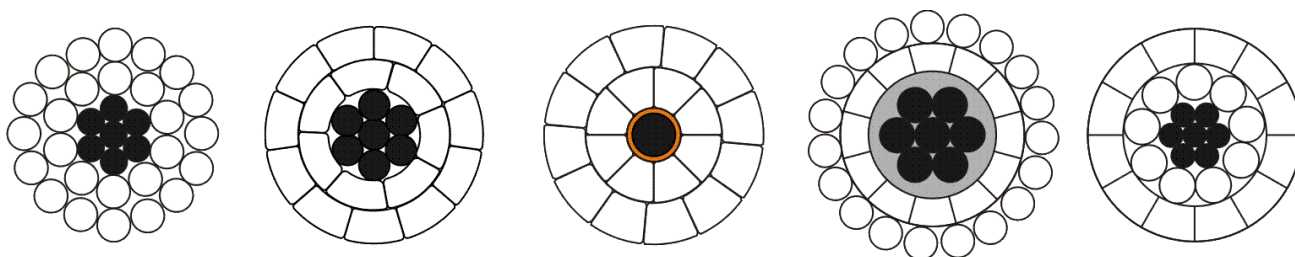
Zircon Poland Sp. z o.o.

Przewody o małych zwisach

(ang. HTLS = *High Temperature Low Sag conductors*)

oferowane przez Zircon Poland

jako alternatywa dla przewodów AFL
przy budowie nowych linii średnich, wysokich i najwyższych napięć
oraz przy zwiększaniu zdolności przesyłowych istniejących linii



ACSS
ACSS/TW
ACCC[®]
TACSR
ZTACSR

GZTACSR (GAP)
XTACIR
ZTACSR/ACS
TACSR/HACIN
ZTACSR/HACIN

Spis treści

1. <u>WPROWADZENIE</u>	3
2. <u>DEFINICJA</u>	3
3. <u>KONSTRUKCJE</u>	4
3.1. ACSS i ACSS/TW	6
3.2. ACCC®	6
3.3. GZTACSR (GAP)	6
3.4. KTACSR	7
3.5. TACSR i ZTACSR	7
3.6. XTACIR, ZTACIR i TACIR	7
4. <u>ZALETY I WADY</u>	8
5. <u>MALOWANIE PRZEWODÓW, BARWIENIE DRUTÓW</u>	10

1. Wprowadzenie

Potrzeba przesyłania coraz większej ilości energii elektrycznej w połączeniu z trudnościami w uzyskaniu zgody na budowę nowych linii zmusza zakłady energetyczne do poszukiwania nowych sposobów zwiększania zdolności przesyłowych istniejących linii. Jednym z rozwiązań jest podwyższenie temperatury pracy przewodów, co w przypadku przewodów AFL wiąże się z koniecznością kosztownego podwyższania lub/i wzmocnienia słupów. W ostatnich latach wzrosło użycie przewodów o małych zwisach HTLS (High Temperature Low Sag). Niniejsze opracowanie stanowi zestawienie i opis konstrukcji przewodów oferowanych przez naszą firmę, umożliwiających pracę linii w podwyższonej temperaturze, tym samym zwiększających zdolności przesyłowe sieci.

Do tej pory na świecie zainstalowano ponad sto tysięcy kilometrów przewodów o małych zwisach. Pionierem są USA i Japonia, gdzie ze względu na olbrzymie trudności z uzyskaniem prawa drogi przewody wysokotemperaturowe stosowane są od początku lat 70-tych. Najwięcej przewodów o małych zwisach zainstalowano w Stanach Zjednoczonych, gdzie przewody ACSS instalowane są na liniach wysokich napięć od ponad 40 lat. Od roku 1984 także w Europie instalowane są przewody wysokotemperaturowe, co potwierdza słuszność tego kierunku rozwoju technologii sieci napowietrznych.

W praktyce trudno jest zastąpić klasyczny przewód AFL na istniejącej linii przewodem wysokotemperaturowym zwiększającym zdolność przesyłową linii bez znacznego zwiększania zwisów. Zachowanie dopuszczalnych zwisów przy znacznym zwiększeniu obciążalności prądowej linii bez konieczności podwyższania konstrukcji wsporczych możliwe jest w większości przypadków jedynie przy zastosowaniu przewodów typu ACCC[®]. Rozwiązanie to jest optymalne, gdy istnieje potrzeba szybkiego zwiększenia obciążalności prądowej istniejących linii z zachowaniem kryterium zwisów, np. gdy pilnie trzeba zwiększyć jej przepustowość dla nowego odbiorcy (elektrownia wiatrowa, nowy zakład przemysłowy itp.) lub gdy zasila się zakład przemysłowy pracujący w ruchu ciągłym, a budowa nowej linii jest niedopuszczalna, zajęłaby zbyt dużo czasu i gdy zastosowanie innych, tańszych technologii HTLS wymagałoby podwyższenia lub/i wzmocnienia znacznej liczby słupów, których stan często jest bardzo zły i trudny do oszacowania.

Zastosowanie technologii HTLS jest znacznie tańszym i szybszym rozwiązaniem dla zwiększania obciążalności linii 220 kV zamiast zmiany jej napięcia na 400 kV oraz nie wymaga jej długotrwałego wyłączenia.

W przypadku budowy nowej linii, dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie trochę droższego przewodu o małym zwisie, ponieważ w przyszłości możliwe będzie wtedy bezpieczne nawet wielokrotne przeciążenie sieci. W ten sposób przyszły użytkownik linii zapewni sobie wysoką elastyczność eksploatacyjną, a wyższe koszty inwestycji rozłożone na wydłużony czas eksploatacji linii nie będą aż tak znaczące. Niektóre przewody o małych zwisach (ACCC[®]) pozwalają znacznie zmniejszyć liczbę konstrukcji wsporczych w nowobudowanych liniach, co ma kapitalne znaczenie poprzez zmniejszenie ingerencji w naturalne środowisko, a także znacznie ograniczają straty w liniach, dzięki czemu są samosplacalne i przyczyniają się do redukcji emisji CO₂.

Należy pamiętać, że największą zaletą przewodów o małym zwisie nie jest ich zwiększona ciągła obciążalność prądowa, gdyż znacznie wzrastają wtedy straty, lecz możliwość ich bezpiecznego przeciążenia i bezpiecznej pracy w przeciążeniu z zachowaniem kryterium zwisów np. w przypadku remontów innych linii lub nagłego wzrostu zapotrzebowania na energię, gdy należy wybrać między bezpieczeństwem linii połączonym z chwilowym zwiększeniem strat i tzw. wąskim gardłem, grożącym „zatkaniem się” i jeszcze większymi stratami w przypadku systemowej awarii.

2. Definicja

Przewód wysokotemperaturowy to taki przewód, który jest zdolny do ciągłej pracy w temperaturze powyżej 150°C.

3. Konstrukcje

Obecnie na rynku dostępnych jest wiele konstrukcji przewodów wysokotemperaturowych. Najbardziej popularne pokazano w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie przewodów wysokotemperaturowych.

ACCC®	Przewód z aluminiowymi drutami segmentowymi i z rdzeniem z kompozytu z włókien węglowych i szklanych (Aluminium Conductor Composite Core)
ACSS	Przewód aluminiowy podtrzymywany stalą (Aluminium Conductor Steel Supported)
ACSS/TW	Przewód aluminiowy podtrzymywany stalą, z aluminiowymi drutami segmentowymi (Aluminium Conductor Steel Supported/Trapezoidal Wires)
GZTACSR	Przewód ze stopu aluminium odpornego na bardzo wysokie temperatury wzmocniony stalą ze szczeliną pomiędzy rdzeniem stalowym i opłotem (Gap Type Ultra Thermal Resistant Aluminium Conductor Steel Reinforced)
KTACSR	Przewód z wysokowytrzymałego stopu aluminium odpornego na wysokie temperatury wzmocniony stalą (High Strength Thermal Resistant Aluminium Conductor Steel Reinforced)
TAL/HACIN (TACIR)	Przewód ze stopu aluminium odpornego na wysokie temperatury wzmocniony Inwarem pokrytym aluminium (Thermal Resistant Aluminium Conductor Aluminium Clad Invar Reinforced)
TACSNR	Przewód ze stopu aluminium odpornego na wysokie temperatury wzmocniony stopem niklowo-stalowym (Thermal Resistant Aluminium Conductor Steel Nickel Reinforced)
TAL (TACSR)	Przewód ze stopu aluminium odpornego na wysokie temperatury wzmocniony stalą ocynkowaną (Thermal Resistant Aluminium Conductor Steel Reinforced)
TAL/ACS (TACSR/ACS)	Przewód ze stopu aluminium odpornego na wysokie temperatury wzmocniony stalą pokrytą aluminium (Thermal Resistant Aluminium Conductor Aluminium Clad Steel Reinforced)
XTAL/HACIN (XTACIR)	Przewód ze stopu aluminium superodpornego na bardzo wysokie temperatury wzmocniony Inwarem pokrytym aluminium (Extra Thermal Resistant Aluminium Conductor Aluminium Clad Invar Reinforced)
ZTAL/HACIN (ZTACIR)	Przewód ze stopu aluminium odpornego na bardzo wysokie temperatury wzmocniony Inwarem pokrytym aluminium (Ultra Thermal Resistant Aluminium Conductor Aluminium Clad Invar Reinforced)
ZTAL (ZTACSR)	Przewód ze stopu aluminium odpornego na bardzo wysokie temperatury wzmocniony stalą ocynkowaną (Ultra Thermal Resistant Aluminium Conductor Steel Reinforced)
ZTAL/ACS (ZTACSR/ACS)	Przewód ze stopu aluminium odpornego na bardzo wysokie temperatury wzmocniony stalą pokrytą aluminium (Ultra Thermal Resistant Aluminium Conductor Aluminium Clad Steel Reinforced)

W wymienionych w tabeli 1. przewodach wykorzystuje się specjalne stopy aluminium zestawione w tabeli 2. za wyjątkiem przewodów ACCC i ACSS, które wykorzystują czyste aluminium w stanie wyżarzonym. W tabeli 3. zestawiono konstrukcje przewodów w zależności od połączenia stopów aluminium i różnych materiałów rdzenia.

Tabela 2. Aluminium w przewodach wysokotemperaturowych

	Opis	Wytrzymałość na zerwanie [MPa]	Przewodność [% IACS]	Maks. temperatura pracy [°C]
KTAL	Stop aluminium wysokowytrzymały mechanicznie odporny na wysokie temperatury (High Strength Thermal Resistant Aluminium Alloy)	225-252	55	150
TAL	Stop aluminium odporny na wysokie temperatury (Thermal Resistant Aluminium Alloy)	166-186	60	150
ZTAL	Stop aluminium odporny na bardzo wysokie temperatury (Ultra Thermal Resistant Aluminium Alloy)	166-186	60	210
XTAL	Stop aluminium superodporny na wysokie temperatury (Extra Thermal Resistant Aluminium Alloy)	166-186	58	230
1350-O	Czyste (99,5%) aluminium całkowicie wyżarzone (Fully Annealed Aluminium)	95	61	250

Tabela 3. Zestawienie konstrukcji przewodów w zależności od połączenia stopów aluminium i różnych materiałów rdzenia.

		Materiał rdzenia przewodów				
		Stal ocynkowana	Stal pokryta aluminium (ACS)	Invar ocynkowany	Invar pokryty aluminium (HACIN)	Kompozyt węglowo-szkłany
Stop aluminium	TAL (60TAL)	TACSR	TAL/ACS (TACSR/ACS)		TAL/HACIN (TACSR/HACIN)	
	KTAL	KTACSR	KTACSR/ACS			
	ZTAL (UTAI)	ZTACSR GZTACSR	ZTAL/ACS (ZTACSR/ACS)	ZTACIR	ZTAL/HACIN (ZTACSR/HACIN)	
	XTAL				XTACIR	
	1350-O	ACSS/GA	ACSS/AW			ACCC®

3.1. ACSS i ACSS/TW

ACSS – Przewód aluminiowy podtrzymywany stałą jest przewodem o budowie koncentrycznej z jedną albo wieloma skręconymi warstwami całkowicie wyżarzonego aluminium 1350-O. Przewody ACSS mogą przewodzić dużo wyższe prądy w stosunku do klasycznych przewodów AFL (ACSR), ponieważ mogą one pracować w ciągłej temperaturze 200°C, a nawet do 250°C z drutami rdzenia pokrytymi aluminium albo miszmetalem.

Gdy przewód ACSS nagrzewa się, aluminiowe druty szybko się wydłużają i przenoszą swoje obciążenie na stalowy rdzeń. To zjawisko umożliwia pełne wykorzystanie właściwości stalowego rdzenia czyli: wysokiej wytrzymałości, małego wydłużenia cieplnego oraz niskiego współczynnika pełzania. Gdy przewód się ochładza druty aluminiowe zazwyczaj są trwale wydłużone i nie powracają do swojej pierwotnej długości. Przewód ACSS występuje także w wersji ACSS/TW z drutami segmentowymi, których zastosowanie umożliwia zwiększenie przekroju aluminium o ok. 20%.

Aluminium w tym przewodzie nie przenosi obciążeń, dlatego wymagane jest stosowanie bardziej wytrzymałej mechanicznie stali lub/i zwiększenie przekroju rdzenia. Przewody ACSS występują z drutami ze stali wysokowytrzymałej HS (High Strength), a także z drutami stalowymi pokrytymi aluminium ACW (Aluminium Clad Wire) zwiększającymi całkowitą przewodność oraz uodparniającymi rdzeń na wysoką temperaturę i korozję.

3.2. ACCC®

ACCC® – Przewód z aluminiowymi drutami segmentowymi i kompozytowym rdzeniem wykorzystuje zalety całkowicie wyżarzonego aluminium 1350-O na rdzeniu kompozytowym z włókien węglowych i szklanych zatopionych w uodpornionej na wysokie temperatury żywicy polimerowej. Ten wybór materiałów umożliwia ciągłą pracę przewodu w temperaturze 180°C, a w warunkach awaryjnych przewód może pracować w temperaturze do 200°C. Przy wzroście temperatury przewodu, podobnie jak w przewodach ACSS, aluminiowy oplot rozszerza się szybciej niż rdzeń i przestaje przenosić obciążenie. Całkowite obciążenie przenoszone jest wtedy przez rdzeń, który ma dużo niższy współczynnik rozszerzalności cieplnej i dużo wyższy stosunek wytrzymałości do ciężaru w stosunku do stali. Wynikiem tego jest dużo niższy zwis przewodu w wysokich temperaturach. **Spośród wszystkich przewodów napowietrznych wyróżnia się on praktycznie płaską charakterystyką zwisu w zależności od temperatury pracy, po przejściu tzw. punktu kolanowego. Ma on także najmniejszą rezystancję, co znacznie ogranicza straty w liniach przy takim samym obciążeniu jak w przewodach AFL, a przy pracy w podwyższonych temperaturach generuje najmniej strat ze wszystkich przewodów HTLS. Jego bardzo wysoka wytrzymałość na rozciąganie pozwala zmniejszyć liczbę konstrukcji wsporczych w nowo budowanych liniach o 15-40%. Wszystkie te cechy czynią ACCC® najlepszą konstrukcją dostępną obecnie na rynku.**

3.3. GZTACSR (GAP)

GZTACSR – Przewód ze szczeliną posiadający rdzeń z okrągłych drutów stalowych otoczonych warstwą aluminium z trapezoidalnych drutów aluminiowych. Wewnętrzna warstwa oplotu w postaci rury obejmuje stalowy rdzeń tak, że tworzy się szczelina między rdzeniem a oplotem. Szczelina wypełniona jest od środka smarem odpornym na wysokie temperatury. Przewód posiada zdolność ciągłej pracy w temperaturze 170°C i krótkotrwałej do 210°C.

Dzięki szczelinie przy wydłużaniu się oplotu aluminiowego stalowy rdzeń ma swobodę ruchu i nie jest dodatkowo obciążony na skutek tarcia. W ten sposób przewód w całości pracuje ze współczynnikiem rozszerzalności cieplnej jak dla stali, czyli prawie dwukrotnie mniejszym od konwencjonalnego przewodu AFL. Wymagane jest bardzo ostrożne obchodzenie się z tym przewodem szczególnie w trakcie instalacji.

3.4. KTACSR

Przewody KTACSR to klasyczne przewody AFL (ACSR), w których zastąpiono aluminium stopem aluminium KTAL odpornym na wysokie temperatury do 150°C oraz o zwiększonej wytrzymałości na rozciąganie. Ze względu na dodatki przewodność tego stopu jest obniżona. Przewody KTACSR stosuje się przeważnie w przęsłach o bardzo dużej rozpiętości. W Japonii przewodem KTACSR/EST 690 mm² wzmocnionym stalą o podwyższonej wytrzymałości (Extra High Strength Steel) połączono dwie wyspy Nagashima i Usujima przęsłem długości 1603 m.

3.5. TACSR i ZTACSR

TACSR – Przewód ze stopu aluminium odpornego na wysokie temperatury wzmocniony stalą (Thermal resistant Aluminium Conductor Steel Reinforced), zastępuje tradycyjny oplot aluminiowy stopem aluminium odpornym na wysokie temperatury. Stop TAL to stop aluminium klasy EC i cyrkonu (Zirconium). Przewody typu TACSR mogą pracować w ciągłej temperaturze 150°C. Powszechnie używane są w Japonii i coraz częściej w Europie.

Przewody ZTACSR są ze stopu aluminium ZTAL różniącego się od TAL inną zawartością cyrkonu i możliwością ciągłej pracy w temperaturze do 210°C.

Przewody ZTACSR ze względu na pracę w bardzo wysokiej temperaturze produkuje się najczęściej z rdzeniem z drutów ACS (druć stalowy pokryty aluminium) zwiększających odporność rdzenia na korozję.

Generują one znacznie większe straty niż inne przewody HTLS, dlatego przy obecnych wymaganiach ograniczania strat w przesyśle i dystrybucji ich zastosowanie będzie ograniczone.

3.6. XTACIR, ZTACIR i TACIR

XTACIR – Przewód aluminiowy ze stopu aluminium superodpornego na bardzo wysokie temperatury wzmocniony rdzeniem z Invaru pokrytego aluminium. Przewody typu XTACIR mogą pracować ciągle w temperaturze 230°C. W czasie nagrzewania druty aluminium wydłużają się i przekazują naprężenie do invarowego rdzenia, który dzięki bardzo małemu współczynnikowi rozszerzalności cieplnej powoduje niewielki zwis. W ten sposób przewód XTARIC w wysokich temperaturach może mieć zwis porównywalny do zwisu klasycznego przewodu AFL w normalnej temperaturze.

Przewody XTACIR, ZTACIR (TACSR/HACIN) i TACIR (TACSR/HACIN) różnią się użytym stopem aluminium odpowiednio: XTAL, ZTAL i TAL o innej zawartości cyrkonu i możliwością ciągłej pracy w różnych temperaturach.

4. Zalety i wady

Typ	Zalety	Wady
ACCR ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Mały przyrost zwisu przy wysokich temperaturach. • Zwiększone pole przekroju aluminium. • Lżejszy od przewodu AFL. • Możliwa praca w temperaturze +210°C. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bardzo kruchy rdzeń ceramiczny z tlenków aluminiowych, który może być podatny na zmęczenie obciążeniem cyklicznym. • Musi być zachowany bardzo duży promień gięcia. • Wykonane z aluminiowych stopów cyrkonowych podatnych na złe domieszkowanie. Możliwość wyżarzenia i utraty parametrów mechanicznych. • Krótkie odcinki produkcyjne. • Długi czas produkcji rdzenia.
TACSR ZTACSR	<ul style="list-style-type: none"> • Możliwość pracy w temperaturze + 150°C TACSR, +210°C ZTACSR, +230°C XTACSR. • Sposoby instalacji jak zwykłych przewodów AFL. • Mało przydatny w polskich liniach ze względu na swoją charakterystykę zwis/temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wykonane z aluminiowych stopów cyrkonowych podatnych na złe domieszkowanie. Możliwość wyżarzenia i utraty parametrów mechanicznych. • Duży przyrost zwisów. • Wymaga podwyższania znacznej liczby słupów dla uzyskania maks. obciążalności prądowej. • Dopiero zastosowanie rdzenia inwarowego pozwala ograniczyć przyrost zwisów – ale nieznacznie, przy znacznym wzroście ceny. • Generują znacznie większe straty niż inne przewody HTLS.
ACCC [®]	<ul style="list-style-type: none"> • Czyste aluminium, o najmniejszej rezystywności. • ok. 20-30% więcej aluminium – najmniejsza rezystancja spośród przewodów w tej samej klasie (średnica, masa, wytrzymałość). • Straty mniejsze o 20-30% w stosunku do przewodu AFL o identycznej średnicy. • Bardzo małe zwisy dzięki kompozytowemu rdzeniowi, najmniej zależne od temperatury. • Możliwość ciągłej pracy w +180°C, w której osiąga większą obciążalność niż inne przewody HTLS w wyższych temperaturach. • Szybki montaż uchwytów odciążowych. • 20-40% bardziej wytrzymały od przewodu AFL = dłuższe przęsła przy budowie nowych linii. • Ograniczone koszty budowy nowych linii 10 - 40% mniej konstrukcji wsporczych. • Samotłumiący – przewód odporny na drgania. • Nie podlega długotrwałemu pełzaniu. • Gładka powierzchnia przewodu – zmniejszony poziom wyładowań ulotowych. • Możliwość dostarczenia w odcinkach po 6 km. • Najlżejszy spośród przewodów HTLS. • Przewód nie smarowany. • Najnowocześniejsza technologia dostępna obecnie na rynku i dająca największy wzrost przepustowości linii bez konieczności podwyższania słupów. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elastyczny rdzeń wydłużający się sprężysto przy ekstremalnie dużych obciążeniach, ale przy obciążeniu lodem jest to zaletą, bo kompozytowy rdzeń ACCC nie pęka tak szybko jak stalowy. • Aluminium będące w stanie miękkim wyżarzonym wymaga odpowiedniej kultury pracy. • Konieczność stosowania większych niż zwykle rolek instalacyjnych – ale znacznie mniejszych niż do ACCR. • Nieodpowiednie techniki montażu mogą spowodować kosmetyczne puchnięcie aluminium - które z czasem znika. • Aluminium będące w stanie miękkim wyżarzonym wydłuża się plastycznie po pierwszym obciążeniu lodem, ale nie jest to groźne, ponieważ zwis końcowy po obciążeniu lodem tego przewodu jest i tak mniejszy niż zwis innych przewodów HTLS. • Trudny do określenia stan w jakim znajduje się zwis przewodu przed pierwszym obciążeniem lodem, ale nie jest to groźne, ponieważ zwis końcowy po obciążeniu lodem tego przewodu jest i tak mniejszy niż zwis innych przewodów HTLS.

¹ - przewód ACCR nie jest oferowany przez Zircon Poland i został umieszczony jedynie w celach porównawczych.

ACSS ACSS/TW	<ul style="list-style-type: none"> • Możliwość pracy w +250°C. • Montaż podobny do AFL. • Przewód nie smarowany. • Małe zwisy. • Zmniejszone w stos. do AFL straty. • Czyste aluminium, o małej rezystywności. • W wersji TW możliwość zmniejszenia obciążeń słupów o 10%. • Największa zainstalowana ilość. • Największe doświadczenie eksploatacyjne spośród przewodów HTLS. • Najtańszy ze wszystkich przewodów HTLS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Stosunkowo małe zwisy dopiero od temperatury +80°C. • Konieczność odprężania z bardzo dużym naciąganiem ok. 40-50% RTS w celu uzyskania małych zwisów, co może być niebezpieczne dla konstrukcji wsporczych. • Bez odprężania, trzeba podwyższać znaczną liczbę słupów. • Aluminium będące w stanie miękkim wyżarzonym wydłuża się plastycznie po pierwszym obciążeniu lodem. • Przewód ACSS/TW ma zbyt dużą masę i trzeba zredukować jego średnicę.
GAP (GZTACSR, GTACSR)	<ul style="list-style-type: none"> • Możliwość pracy w +150°C GTACSR lub +210°C GZTACSR. • Przyrost zwisów jak dla linki stalowej poczynając od temperatury montażu. • Konstrukcja posiadająca najdłuższe referencje (ale tylko GAP oferowany przez firmy J-Power i Lamifil, konstrukcja oferowana przez firmę Trefinasa jest nowa i nie sprawdzona). 	<ul style="list-style-type: none"> • Skomplikowany montaż polegający na wyregulowaniu zwisu tylko na rdzeniu. • Konieczność stosowania uchwytów półnaciągowych. • Konieczność zamocowania ich dokładnie w pionie. • Możliwość „uciekania” rdzenia w głąb przewodu. • Konieczność wymiany całej sekcji w przypadku zerwania przewodu. • Ryzyko „puszczenia” rdzenia podczas jego naprężania groźne dla instalatorów i konstrukcji wsporczych. • Krótkie odcinki produkcyjne – 2,5 km. • Trudna do osiągnięcia wytrzymałość termiczna. Wykonane z aluminium stopów cyrkonowych podatnych na złe domieszkowanie. W przypadku złej jakości wykonania stopu możliwość wyżarzenia i utraty parametrów mechanicznych nawet bez przekroczenia dop. temp. pracy. • Wnętrze przewodu wypełnione smarem, który pod wpływem ruchów przewodu migruje na zewnątrz i powoduje znaczne zwiększenie ulotu, na skutek przylegania do jego powierzchni znacznej liczby zanieczyszczeń. • Trudna naprawa. • Wymaga podwyższania znacznej liczby słupów dla uzyskania maksymalnej obciążalności prądowej.

Malowanie przewodów, barwienie drutów

Jednym ze sposobów zwiększania obciążalności przewodów jest ich malowanie. Kolorowanie przewodu zwiększa promieniowanie przewodu zwiększając chłodzenie a tym samym umożliwia przesyłanie większych prądów. Wzrost obciążalności wynosi 5-10%, gdy przewód pracuje w temperaturze powyżej 75°C. Poniżej efekt przyrostu jest niewielki.

W roku 1988 wprowadzono w Austrii dwie metody kolorowania przewodów:

1. **Malowanie całego przewodu:** Proces ten wymaga specjalistycznej linii produkcyjnej całkowicie odizolowanej od linii nawijającej. W pierwszej kolejności przewód przechodzi przez wyposażenie czyszczące powierzchnię przewodu ze środków smarujących z procesu nawijania i przygotowujące powierzchnię do malowania. Następnie przewód jest malowany i umieszczany w komorze suszenia.

Zalety tego procesu:

- wysoka wytrzymałość mechaniczna pokrycia,
- przewód może być malowany na różne kolory.

Wady:

- koszt inwestycyjny wprowadzenia tej metody jest bardzo wysoki,
- wysokie koszty produkcji,
- bardzo ciężko jest usunąć malowanie z drutów w miejscu mocowania osprzętu.

2. **Barwienie drutów:** Głównym powodem opracowania tej technologii było wynalezienie ekonomicznej metody malowania przewodów na czarno. Specjalne czerniące smary do przeciągania i dodatki tworzą czarną powierzchnię aluminiowych drutów w czasie przeciągania. Pokolorowane na czarno druty używane są w zewnętrznej warstwie przewodu.

Zalety tego procesu:

- niskie koszty inwestycyjne,
- niskie koszty produkcji,
- kolor można łatwo usunąć w miejscu mocowania osprzętu.

Wady:

- można malować tylko druty aluminiowe,
- dostępny jest tylko kolor czarny,
- kolor ma niewielką wytrzymałość mechaniczną.

Zircon Poland Sp. z o.o.

dla tych, którzy oczekują najlepszych parametrów, niezrównanej jakości i trwałości doskonałych produktów oferowanych po zaskakująco niskich cenach