


1999

	Kabely a vodiče izolované PVC pro jmenovitá napětí do 450/750 V včetně - Část 2: Zkušební metody	ČSN 34 7410-2
---	---	---------------

idt HD 21.2 S3:1997

Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V -
Part 2: Test methods

Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension assignée au plus égale à 450/750 V
-
Partie 2: Méthodes d'essais

Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V -
Teil 2: Prüfverfahren

Tato norma obsahuje identické znění harmonizačního dokumentu HD 21.2 S3:1997.

This standard contains identical version of the Harmonization Document HD 21.2 S3:1997.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN 34 7410-2 z prosince 1995.

© Český normalizační institut,
1999

Podle zákona č. 22/1997 Sb. smějí být české technické normy rozmnožovány
a rozšiřovány jen se souhlasem Českého normalizačního institutu.

55410

Předmluva

.....
..... 3

1

Všeobecně..... 5

1.1 Rozsah platnosti

.....
. 5

1.2 Vhodné zkoušky

.....
... 5

1.3 Třídění zkoušek podle četnosti jejich provádění..... 5

1.4 Odběr vzorků

.....
..... 5

1.5 Kondicionování před zkouškami..... 5

1.6 Zkušební teplota

.....
.. 5

1.7 Zkušební napětí

.....
... 5

1.8 Kontrola stálosti barev a trvanlivosti značení..... 5

1.9 Měření tloušťky izolace

..... 5

1.10 Měření tloušťky pláště

.....	6
1.11 Měření vnějších rozměrů a ovality.....	6
2 Elektrické zkoušky	
.....	
6	
2.1 Elektrický odpor jader	
.....	6
2.2 Zkouška napětím na hotovém kabelu.....	7
2.3 Zkouška napětím na žilách.....	7
2.4 Izolační odpor	
.....	
..... 7	
2.5 Dlouhodobá odolnost izolace stejnosměrnému proudu.....	7
2.6 Zkouška celistvosti izolace.....	7
2.7 Účinnost stínění	
.....	
.. 8	
3 Zkoušky mechanické pevnosti na hotových ohebných kabelech.....	13
3.1 Zkouška ohebnosti	
.....	13
3.2 Zkouška ohýbáním	
.....	
16	
3.3 Zkouška trhem	
.....	
.. 16	

3.4	Zkouška oddělitelnosti žil.....	16
3.5	Zkoušky prodloužením pro spirálové přívody.....	17
3.6	Zkouška trvanlivosti pro spirálové přívody.....	18
4	Zkoušky za podmínek požáru.....	18
4.1	Zkouška spirálových přívodů.....	18
Příloha A	(normativní) Normativní odkazy.....	20
Příloha B	(normativní) Postup pro kontrolu účinnosti metody průběžné vysokonapěťové zkoušky za sucha.....	21
Příloha C	(normativní) Měření tloušťky pláště plochých šňůr.....	23
Příloha D	(informativní) Výpočet minimálního izolačního odporu.....	24
Příloha E	(informativní) Bibliografie.....	25

Předmluva

Změny proti předchozí normě

Tato ČSN 34 7410-2 byla přepracována podle třetího vydání HD 21.2 S3:1997. Do normy byly doplněny obrázky 1, 2 a 3. Tabulka A byla rozšířena. Dále byly doplněny přílohy A, D a E.

Citované normy

EN 60719 zavedena v ČSN EN 60719 Výpočet nejmenších a největších rozměrů kabelů s měděným kruhovým jádrem a jmenovitým napětím do 450/750 V včetně (idt EN 60719:1993, idt IEC 719:1992) (34 7408)

EN 60811 zavedena v souboru ČSN IEC 811 a ČSN EN 60811 Všeobecné zkušební metody izolačních a plášťových materiálů elektrických kabelů (idt EN 60811 a idt IEC 811 soubor) (34 7010)

HD 405.1 zaveden v ČSN IEC 332-1 Zkoušky elektrických kabelů v podmínkách požáru - Část 1: Zkouška samostatného svislého izolovaného vodiče nebo kabelu (idt HD 405.1 S1:1979, idt IEC 332-1:1992) (34 7111)

Obdobné mezinárodní normy

DIN VDE 0282-1:1997 Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V - Teil 2: Prüfverfahren (Kabely a vodiče izolované PVC pro jmenovitá napětí do 450/750 V včetně - Část 2: Zkušební metody)

Informativní údaje z HD 21.2 S3:1997

Toto 3. vydání HD 21.2 bylo připraveno technickou komisí CLC/TC 20, Elektrické kabely.

HD 21 byl původně přijat CENELEC 9. července 1975.

2. vydání HD 21 bylo zavedeno 1. ledna 1984 a mělo v té době pět částí.

Od roku 1984 byl publikovány nové části a původní části byly doplňovány. Toto nové vydání představuje plnou aktualizaci a sloučení změn od roku 1984.

HD 21.2 S3 souvisí s IEC 60227-2:1979, ale není s ní přímo ekvivalentní.

HD 21 má nyní následující části:

- HD 21.1 S3 - Všeobecné požadavky
- HD 21.2 S3 - Zkušební metody
- HD 21.3 S3 - Neoplášťované kabely pro pevná vedení
- HD 21.4.S2 - Oplášťované kabely pro pevná vedení (přetisk)
- HD 21.5 S3 - Ohebné kabely (šňůry)
- HD 21.6 - Volný
- HD 21.7 S2 - Jednožilové neoplášťované kabely pro vnitřní vedení pro teplotu vodiče 90 °C
- HD 21.8 S1 - Jednožilové neoplášťované kabely pro dekorativní světelné řetězy (včetně A1)
- HD 21.9 S2 - Jednožilové neoplášťované kabely pro instalace do nízkých teplot
- HD 21.10 S1 - Prodlužovací kabely
- HD 21.11 S1 - Kabely pro svítidla
- HD 21.12 S1 - Ohebné teplotu odolné kabely (šňůry)
- HD 21.13 S1 - Kabely s PVC pláštěm odolné proti oleji se dvěma nebo více vodiči

Protože tato revize Části 2 HD 21 neprovádí změny dlouhodobě zavedených čísel kapitol které nejsou nutné, jsou související normy (které by nicméně měly být vloženy jako kapitola 2), uvedeny v příloze A.

Tento návrh harmonizačního dokumentu byl předložen k jednotnému schvalovacímu postupu a byl schválen CENELEC jako HD 21.2 S3 dne 1997-07-01.

Strana 4

Byla stanovena následující data:

- nejzazší datum pro oznámení existence HD na národní úrovni (doa) 1997-12-01
- nejzazší datum zavedení HD na národní úrovni vydáním harmonizované národní normy nebo oznámení k přímému použití jako národní normy (dop) 1998-06-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s HD v rozporu (dow) 1998-06-01

Pro výrobky, které podle údajů výrobce nebo certifikačního orgánu odpovídaly HD 21.2 S2:1990 a jeho změnám A2:1990, A3:1993, A4:1993, A6:1995, A11:1995 a A13:1995 před 1998-06-01, může být tato předchozí norma používána pro účely výroby až do 1999-06-01.

Vypracování normy

Zpracovatel: Elektrotechnický zkušební ústav, IČO 001481, Ing. Jan Charous

Technická normalizační komise: TNK 68 Kabely a vodiče

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Ivan Brdička

Strana 5

1 Všeobecně

1.1 Rozsah platnosti

HD 21 platí pro pevné a ohebné kabely s izolací a případným pláštěm z PVC izolace pro jmenovitá napětí U_0/U do 450/750 V včetně pro použití v silových rozvodech se jmenovitým napětím nepřesahujícím 450/750 V AC.

Tato Část 2 stanovuje metody provedení zkoušek uvedených v HD 21 ve spojení s HD 405.1 a EN 60811. Všeobecné požadavky jsou stanoveny v HD 21, Část 1. Jednotlivé typy kabelů jsou stanoveny vepředu v Části 3 HD 21 a jsou dále uváděny jako „podrobná specifikace“

1.2 Vhodné zkoušky

Zkoušky vhodné pro různé typy kabelů jsou uvedeny v podrobných specifikacích.

1.3 Třídění zkoušek podle četnosti jejich provádění

Stanovené zkoušky jsou typové zkoušky (symbol T) a/nebo výběrové zkoušky (symbol S) a/nebo pravidelné zkoušky (symbol R) jsou definovány v 2.2 Části 1. Symboly T, S a R jsou použity v příslušných tabulkách podrobných specifikací.

1.4 Odběr vzorků

Pokud je značení provedeno v izolaci nebo plášti, odeberou se vzorky pro zkoušku tak, aby obsahovaly takovéto značení.

Pokud není stanoveno jinak, zkouší se u vícežilových kabelů, s výjimkou zkoušky stanovené v 1.9 Části 2, nejvíce tři žíly (pokud možno různých barev).

1.5 Kondicionování před zkouškami

Všechny zkoušky se provedou nejméně 16 h po vytlačení izolace nebo směsí pláště.

1.6 Zkušební teplota

Pokud není stanoveno jinak, provedou se zkoušky při teplotě okolí.

1.7 Zkušební napětí

Pokud není stanoveno jinak, je zkušební napětí AC s kmitočtem 49 Hz až 61 Hz přibližně sinusového průběhu a poměrem vrcholové hodnoty k efektivní hodnotě rovným $\sqrt{2}$ s tolerancí $\pm 7\%$.

Citované hodnoty jsou efektivní hodnoty.

1.8 Kontrola stálosti barev a trvanlivosti značení

Shoda s tímto požadavkem se kontroluje pokusem odstranit označení výrobce nebo prodejce a barvy žil nebo číslice 10krát lehkým otěrem pomocí kousku bavlny nebo plátna navlhčeném vodou.

1.9 Měření tloušťky izolace

1.9.1 Postup

Tloušťka izolace se měří podle 8.1, EN 60811-1-1. Z kabelu se odeberou tři vzorky; vzorky se odeberou ve vzájemné vzdálenosti nejméně 1 m.

Shoda se kontroluje na každé žíle kabelu.

Pokud je vytažení jádra obtížné, napne se v zařízení na zkoušku tahem nebo se žíla uvolní napnutím nebo jiným vhodným způsobem, který nepoškozuje izolaci.

Žíly plochých neopláštěvaných šňůr se neoddělují.

1.9.2 Vyhodnocení výsledků

Vypočte se průměrná hodnota z 18 hodnot (vyjádřená v mm) získaných ze tří kusů izolace z každé žíly

určená na dvě desetinná místa a zaokrouhlena jak je uvedeno níže. Tato hodnota se bere jako střední hodnoty tloušťky izolace.

Pokud je druhé desetinné číslo ve výpočtu 5 nebo více, zvýší se první desetinné číslo na číslo nejbližší vyšší; tak například 1,74 se zaokrouhlí na 1,7 a 1,75 se zaokrouhlí na 1,8.

Nejnižší ze všech získaných hodnot se bere jako minimální tloušťka izolace v kterémkoli místě.

1.10 Měření tloušťky pláště

1.10.1 Postup

Tloušťka pláště kabelů kruhového průřezu se měří podle 8.2, EN 60811-1-1.

U plochých šňůr se měření provede podle přílohy C této Části 2.

Vzorek kabelu se odeber ze tří míst navzájem vzdálených alespoň 1 m.

1.10.2 Vyhodnocení výsledků

Vypočte se průměrná hodnota ze všech hodnot (vyjádřená v mm) získaných ze tří kusů pláště určená na dvě desetinná místa a zaokrouhlena jak je uvedeno níže. Tato hodnota se bere jako střední hodnoty tloušťky izolace.

Pokud je druhé desetinné číslo ve výpočtu 5 nebo více, zvýší se první desetinné číslo na číslo nejbližší vyšší; tak například 1,74 se zaokrouhlí na 1,7 a 1,75 se zaokrouhlí na 1,8.

Nejnižší ze všech získaných hodnot se bere jako minimální tloušťka pláště v kterémkoli místě.

1.11 Měření vnějších rozměrů a ovality

Použijí se tři vzorky odebrané podle 1.9 nebo 1.10, Část 2.

Měření vnějšího průměru jakéhokoli kabelu kruhového průřezu a vnějších rozměrů plochých kabelů s větším rozměrem nepřesahujícím 15 mm se provede podle 8.3, EN 60811-1-1.

Pro měření plochých kabelů s větším rozměrem přesahujícím 15 mm se použije mikrometr, profilový projektor nebo podobné zařízení.

Průměr ze získaných hodnot se bere jako průměrné vnější rozměry.

Pro kontrolu ovality kabelů válcového průřezu s pláštěm se provedou na stejném průřezu kabelu dvě měření zahrnující maximální a minimální hodnoty.

2 Elektrické zkoušky

2.1 Elektrický odpor jader

Pro kontrolu elektrického odporu jader se měří odpor každého jádra ze vzorku kabelu o délce alespoň 1 m a musí se změřit délka každého vzorku.

Pokud je to nezbytné provede se korekce na 20 °C a na 1 km délky pomocí vzorce:

$$R_{20} = R_t \times \frac{254,5}{234,5 + t} \times \frac{1000}{L}$$

kde:

t je teplota vzorku v okamžiku měření ve stupních Celsia;

R_{20} odpor při 20 °C v ohm/kilometr;

R_t odpor L metrů kabelu při teplotě t °C v ohmech;

L délka vzorku kabelu v metrech (délka kompletního vzorku a ne jednotlivých žil nebo vodičů)

Strana 7

2.2 Zkouška napětím na hotovém kabelu

Pokud kabel nemá žádnou kovovou vrstvu, ponoří se do vody vzorek kabelu v dodaném stavu. Délka vzorku, teplota vody a doba ponoření jsou uvedeny v Části 1, tabulka 3.

Napětí se postupně přikládá mezi každý vodič a ostatní vodiče spojené navzájem a s vodou.

Pokud má kabel kovovou vrstvu, odebere se vzorek kabelu o délce definované v Části 1, tabulka 3.

Napětí se postupně přikládá mezi každý vodič a ostatní vodiče spojené navzájem a s vodou.

Jestliže má kabel kovový nosný prvek, spojí se tento prvek s vodou nebo s kovovou vrstvou.

Velikost napětí a doba jeho přiložení jsou pro každý případ uvedeny v Části 1, tabulka 3.

2.3 Zkouška napětím na žilách

Zkouška se provede na kabelech s pláštěm a plochých šňůrách bez pláště, ale ne na plochých šňůrách s jádry leonského typu.

Zkouška se provede na vzorku kabelu o délce 5 m. Plášť a jakékoli další vrstvy nebo výplně se odejmou bez poškození žil.

V případě šňůr bez pláště se v izolaci mezi žilami provede krátký řez a žíly se oddělí rukou v délce 2 m.

Žíly se ponoří do vody, jak je uvedeno v Části 1, tabulka 3 a mezi vodiče a vodu se přiloží napětí.

Velikost napětí a doba jeho přiložení jsou pro každý případ uvedeny v Části 1, tabulka 3.

2.4 Izolační odpor

POZNÁMKA - Vysvětlení výpočtu minimálního izolačního odporu je uvedeno v příloze D.

Tato zkouška platí pro všechny kabely. Provede se na vzorcích o délce 5 m, na kterých byla před tím provedena zkouška popsaná v 2.3 Části 2 nebo pokud toto nelze použít, zkouška popsaná v 2.2 Části 2.

Vzorek se ponoří do vody předem vyhřáté na stanovenou teplotu. Na každém konci vzorku se nechá vyčnívat z vody délka 0,25 m.

Délka vzorku, teplota vody a doba ponoření jsou uvedeny v Části 1, tabulka 3.

Potom se mezi vodič a vodu přiloží stejnosměrné napětí o velikosti 80 V a 500 V.

Izolační odpor se měří 1 min po přiložení napětí. Naměřená hodnota se přepočte na 1 km.

Žádná z naměřených hodnot nesmí být pod minimální hodnotou izolačního odporu, která je stanovena v příslušné specifikaci.

2.5 Dlouhodobá odolnost izolace stejnosměrnému proudu

Tato zkouška se provede na všech kabelech a šňůrách. Provede se na vzorcích žil o délce 5 m po odstranění jakýchkoli povlaků. Žíly plochých šňůr bez pláště se neoddělují. Vzorky se ponoří do vodního roztoku chloridu sodného o koncentraci asi 10 g/litr, který se uvede na stanovenou teplotu. Na každém konci vzorku se nechá z roztoku vyčnívat délka 0,25 m. Mezi vodič(e) každého vzorku připojenému k zápornému pólu a měděnou elektrodu ponořenou ve vodě a připojenou ke kladnému pólu se přiloží 220 V DC. Teplota roztoku a doba přiložení jsou uvedeny Části 1, tabulka 3.

Po zkoušce nesmí vnější povrch izolace vykazovat žádné poškození.

POZNÁMKA - Změnu barvy izolace lze zanedbat.

2.6 Zkouška celistvosti izolace

Tato zkouška se provede jako pravidelná zkouška v konečném stadiu výroby buď na dodávané délce nebo na výrobní délce před jejím nařezáním na dodávané délky.

Zkouška je buď pro jednožilové kabely zkouška jiskrová podle 2.6.1 Části 2 nebo pro vícežilové kabely zkouška napětím podle 2.6.2 Části 2.

Dvoužilové kabely bez pláště se zkouší podle 2.6.1 a 2.6.2 Části 2.

Strana 8

2.6.1 Jiskrová zkouška

Požadavek zkoušky: Kabel musí vydržet dále stanovené zkušební napětí bez poruchy izolace. Zkušební jiskrové zařízení musí detekovat proděravění izolace o průměru rovném nebo větším než je polovina stanovené tloušťky izolace. Doba zotavení napětí jiskrového zkušebního přístroje nesmí být větší než 1 sekunda.

Zkušební napětí: Zkušební napětí přikládané prostřednictvím jiskrového zkušebního přístroje může být stejnosměrné nebo střídavé průmyslového kmitočtu, vysokofrekvenční nebo může mít jiný průběh.

Velikost a přítomnost napětí musí být taková, že při použitém systému elektrod a použité rychlosti průchodu kabelu jiskrovým zkušebním přístrojem je účinně vyhověno zkušebním požadavkům.

Referenční metoda, která se použije pro stanovení účinnosti jiskrového zkušebního zařízení, je uvedena v Části 2, příloha B.

2.6.2 Zkouška napětím

Zkušební zařízení: Kabel v suchém stavu a při teplotě okolí musí vyhovět přiloženému zkušebnímu napětí, které je uvedeno dále, bez poruchy izolace.

Zkušební napětí: Napětí musí být získáno ze střídavého zdroje, který vyhovuje 1.7 Části 2 nebo ze zdroje stejnosměrného napětí.

Velikost přiloženého napětí musí být následující:

Jmenovité napětí kabelu U_0/U	Zkušební napětí	
	střídavé napětí (efektivní hodnota)	stejnosměrné napětí
V	Ne méně než	
300/300	2 000	5 000
300/500	2 000	5 000
450/750	2 500	5 000

Napětí se přikládá mezi vodič a skupinu vodičů takovým způsobem, že je izolace na každé žíle zkoušena proti přilehlým žilám a případnému stínění. Napětí se zvyšuje postupně a potom se udržuje na plné hodnotě po dobu 5 min.

2.7 Účinnost stínění

2.7.1 Všeobecně

Účinnost stínění kabelů závisí na stínění proti proudům a proti napětím.

Účinnost stínění proti proudům se udává v hodnotách přenosové impedance vyvolané rezistivní a magnetickou vazbou na jednotku délky a proti napětím v hodnotách přenosové admitance vyvolané elektrickou vazbou (viz poznámka níže) na jednotku délky. Přenosová impedance se definuje na základní délce kabelu jako poměr napětí měřeného na stínící mezivrstvě v rušeném systému k proudu tekoucímu rušícím systémem. Toto platí pro jakýkoli kmitočet až do 10 000 MHz. Tam, kde se použije stejnorodé válcové stínění, se neprojeví žádný problém, protože v těchto případech se stínící účinek snadno vypočte, ale tam, kde je stínění provedeno opletením nebo páskou, je nezbytné účinnost stínění měřit. Současné zkušenosti ukazují, že povrchová přenosová impedance zůstává při kmitočtech od 0 Hz do 0,1 MHz nebo 1 MHz konstantní v závislosti na typu kabelu a je rovna stejnosměrné rezistanci stínící mezivrstvy. Při kmitočtech nad 0,1 MHz nebo 1 MHz přenosová impedance vzrůstá. V závislosti na konstrukci stínící mezivrstvy vzrůstá buď přímo nebo po průchodu minimem.

Nad 10 MHz až 15 MHz je vzrůst přímo úměrný kmitočtu.

Přenosová admitance je definována na základní délce kabelu jako poměr proudu tekoucího do rušeného systému k napětí v předepsaném rušícím systému, které tento proud vyvolává. Měření ukazují, že přenosovou admitanci si lze představit jako kmitočtově nezávislou kapacitu od nízkofrekvenčních kmitočtů až do nejméně 1 000 MHz.

POZNÁMKA - Je třeba upozornit na skutečnost, že na rozdíl od této normy se v některých zemích bere pojem „přenosová admitance“ jako reciproční k „přenosové impedanci“.

2.7.2 Přenosová impedance vyvolaná rezistivní a magnetickou vazbou

2.7.2.1 Zkušební zařízení

Zařízení je v podobě „trojitého koaxiálu“ (viz obrázek 1). Krátký úsek zkoumané válcové stínící mezivrstvy tvoří jak vnitřní jádro buzeného koaxiálního systému, tak současně vnější jádro dalšího koaxiálního vedení. Signál ve vnitřním koaxiálním systému je vyvolán povrchovou přenosovou impedancí stínící mezivrstvy.

Kabel se stínící mezivrstvou, která se má změřit, se zakončí na jednom konci rezistancí o hodnotě, která je číselně rovna charakteristické impedanci kabelu. Zakončovací rezistance je stíněna kovovou objímkou, jejíž hrana se z otevřené strany připájí ke stínící mezivrstvě (viz obrázek 1).

Délka kusu kabelu v kovové trubce nemá přesáhnout $0,1l$ až $0,35l$ podle použitého měřicího zařízení, kde l je vlnová délka odpovídající kmitočtu zkušebního zařízení. Délka kabelu vně systému není rozhodující.

2.7.2.2 Zkušební postup

Vnější koaxiální systém tvořený prověřovanou stínící mezivrstvou a kovovou trubkou se napájí z generátoru buď přes rezistanci (metoda 1) nebo přímo (metoda 2).

Měření se musí provést při 30 MHz.

POZNÁMKA - Pro obě metody je nejpříjemnější kabel o délce 1 m. Korekční činitel na 30 MHz je přibližně 1.

Metoda 1: Napájení přes rezistanci

Generátor napájí vnější systém přes reálnou rezistanci (R), jejíž nejuhodnější velikost je rovna 1,4násobku charakteristické impedance vnějšího systému. Vstupní napětí se měří na rezistanci vhodným voltmetrem. Výstupní napětí vnitřního systému, který je tvořen vlastním kabelem, se měří pomocí přizpůsobeného voltmetru.

Pak lze přenosovou impedanci vypočítat z rovnice:

$$|Z_T| = \frac{2R}{L} \times \frac{U_2}{U_1} \times F'$$

kde:

Z_T je přenosová impedance, v ohmech na metr

R napájecí rezistance v ohmech

L délka zkoušené stínící vrstvy v m (viz obrázek 1)

U_1 vstupní napětí vnějšího systému měřené před rezistancí R ve voltech

U_2 vstupní napětí vnitřního systému měřené na konci stínící mezivrstvy ve voltech

F' činitel odvozený z kmitočtového průběhu (viz obrázek 2). Přesnou hodnotu lze vypočítat

pomocí

vztahu:

$$F' = \frac{(1-n) \cdot x \cdot \sqrt{\cos^2 x + m^2 \sin^2 x}}{\sqrt{n^2 (\cos x - \cos nx)^2 + (\sin x - \sin nx)^2}}$$

kde:

m je $\frac{Z_1}{R}$ poměr charakteristické impedance vnějšího systému k rezistanci R

Z_1 charakteristická impedance vnějšího systému v Ω

$n = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

l_1 elektrická vlnová délka vnějšího systému

l_2 elektrická vlnová délka vnitřního systému

$x = \frac{2\pi L}{\lambda_1}$

Strana 10

Metoda 2: Přímé napájení

Vnější systém se napájí vysílačem přímo. Vstupní napětí tohoto systému se měří na začátku stínící mezivrstvy. Výstupní napětí vnitřního systému se měří způsobem popsaným výše.

Tato metoda je přednostní, je-li nutné pracovat s většími výstupními napětími, například u stínících mezivrstev s vysokou účinností nebo při citlivém vstupním voltmetru. U této metody lze použít vyšší kmitočty než u metody první.

Povrchovou přenosovou impedanci lze vypočítat ze vztahu:

$$|Z_T| = 2Z_1 \times \frac{2\pi}{\lambda_1} \times \frac{U_2}{U_1} \times F''$$

Označení v rovnici mají stejný význam jako pro metodu 1.

F'' (viz obrázek 3), lze vypočítat pomocí vztahu

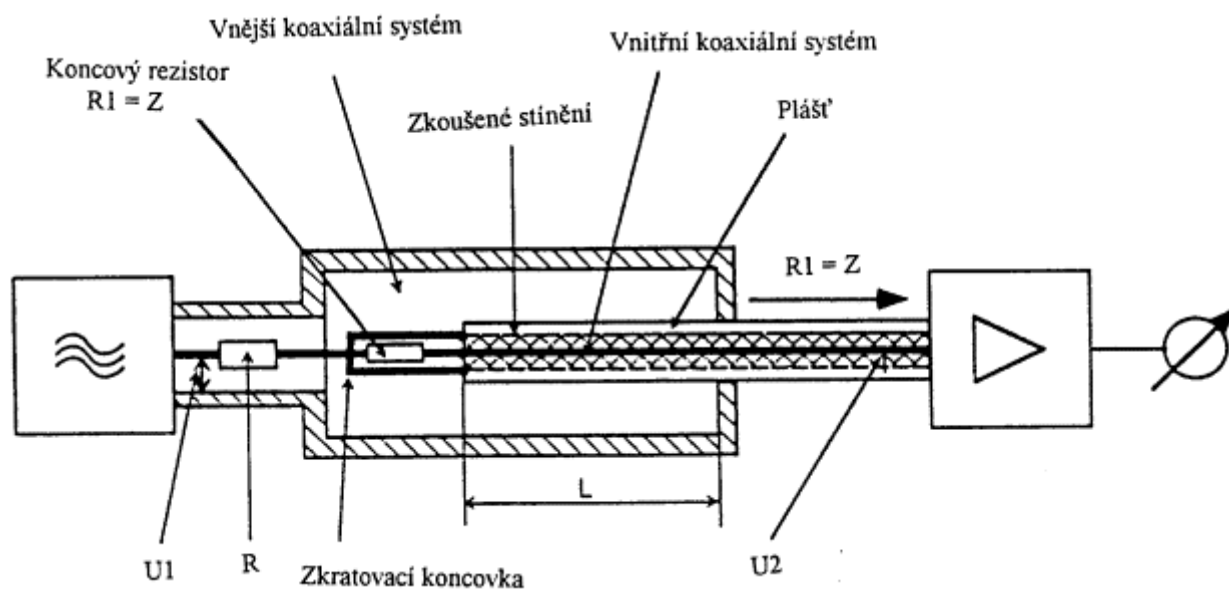
$$F'' = \frac{(1-n^2) \sin x}{\sqrt{n^2 (\cos x - \cos nx)^2 + (\sin x - n \sin nx)^2}}$$

se stejnými zkratkami jako pro metodu 1.

Místo odděleného měření U_1 a U_2 lze při použití jedné libovolné z obou metod stanovit poměr U_2/U_1 přímo pomocí kalibrovaného útlumového článku.

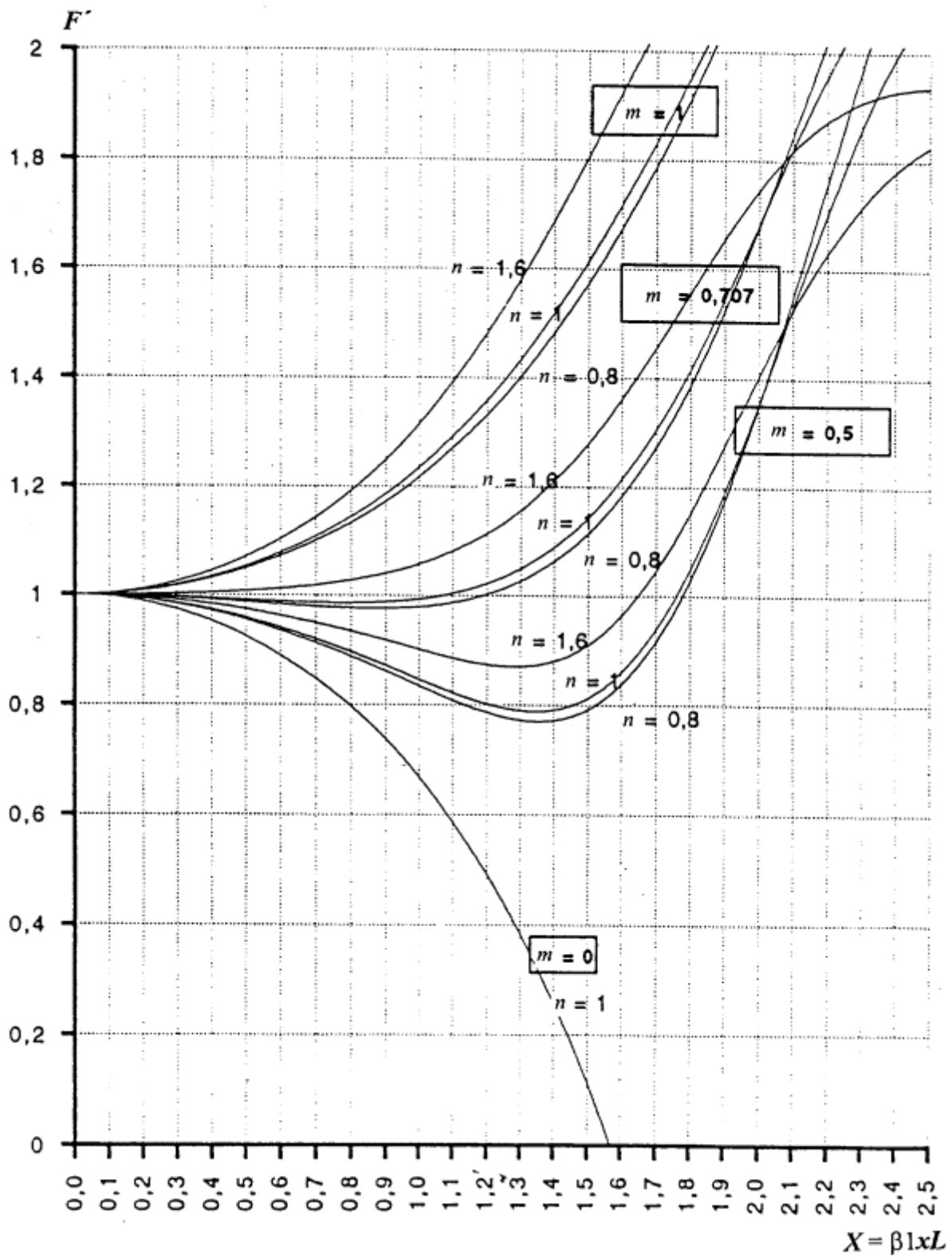
2.7.2.3 Požadavek

Maximální hodnota přenosové impedance musí být uvedena v příslušné normě pro kabel.

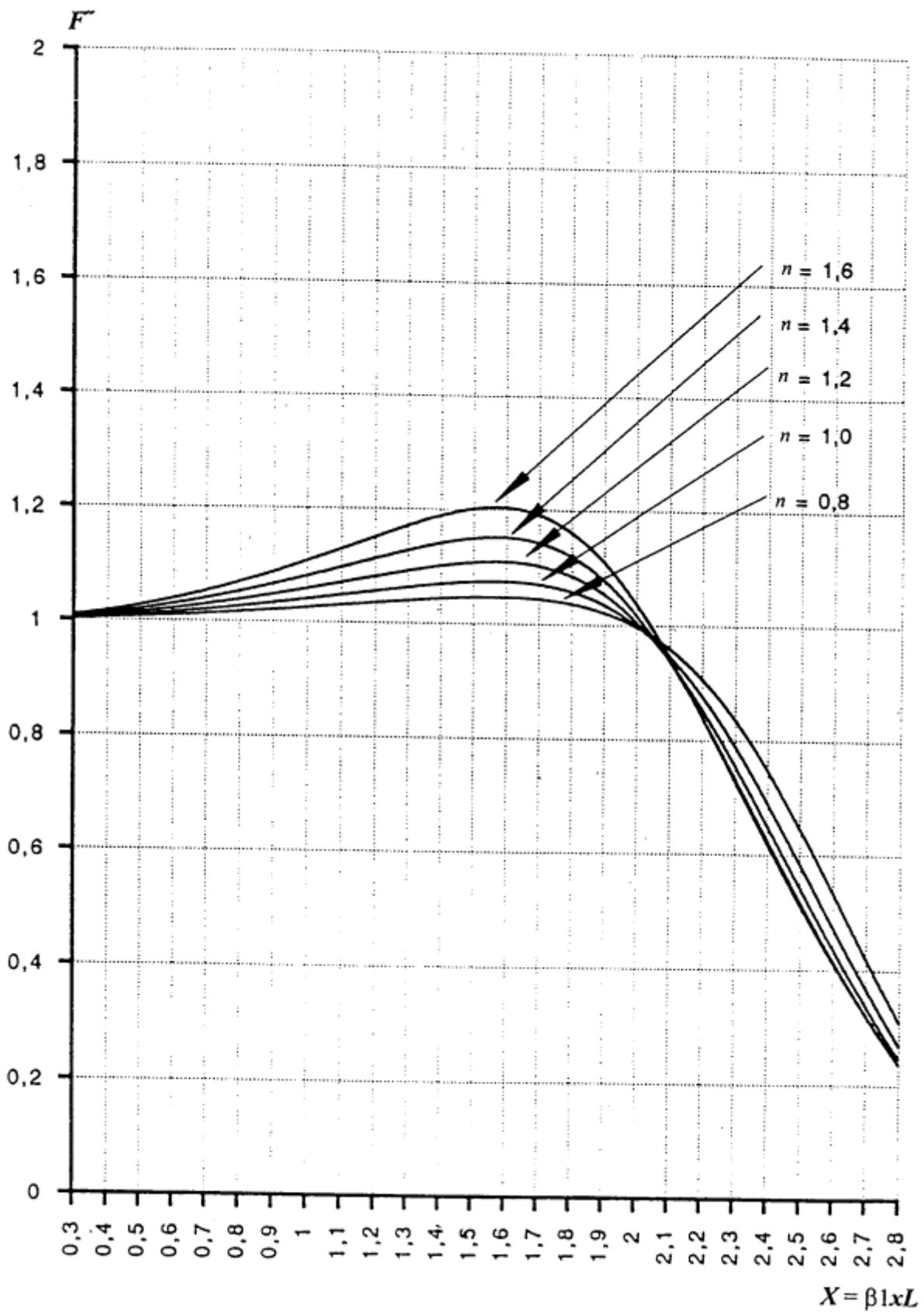


Obrázek 1

POZNÁMKA - Pro měření elektrické vazby se má z kabelu odstranit plášť, neboť intenzita pole na vnějším vodiči je pláštěm podstatně ovlivněna.



Obrázek 2 - Korekční činitel F'



Obrázek 3 - Korekční činitel F''

3 Zkoušky mechanické pevnosti na hotových ohebných kabelech

3.1 Zkouška ohebnosti

3.1.1 Všeobecně

Požadavky jsou uvedeny v 5.6.3.1 Části 1.

Tato zkouška se neprovádí na velmi tenké ploché šňůře, na jednožilových kabelech s ohebnými jádry pro pevné uložení, nebo vícežilových kabelech s jádry se jmenovitým průřezem větším než 2,5 mm².

Navíc se zkouška neprovádí na kabelech s více než 18 žilami uloženými ve více než dvou koncentrických vrstvách.

3.1.2 Přístroj

Zkouška se provede pomocí přístroje uvedeného v Části 2, obrázek 4. Tento přístroj se skládá z unášče C, pohonného systému a čtyř kladek pro každý vzorek zkoušeného kabelu. Unášec C nese dvě kladky A a B, které mají stejný průměr. Dvě kladky, každá na jednom konci přístroje, mohou mít jiný průměr než kladky A a B, ale všechny čtyři kladky musí být uspořádány tak, že je vzorek mezi nimi v horizontální poloze. Unášec provádí cykly (vpřed a vzad) na dráze 1 m přibližně konstantní rychlostí 0,33 m/s mezi každou změnou pohybu.

Kladky musí být vyrobeny z kovu a musí mít půlkruhovou drážku pro kabely s kruhovým průřezem a plochou drážku pro ploché kabely. Napínací svorka D musí být upevněna tak, že tah je vyvozován závažím, od kterého se unášec vzdaluje. Vzdálenost jedné napínací svorky k její podpěře, zatímco druhá svorka je v klidu, musí být maximálně 50 mm.

Vodící systém musí být takový, že unášec se vrací hladce bez trhání při změně z jednoho směru do druhého.

3.1.3 Příprava vzorku

Vzorek kabelu dlouhý 5 m se napne mezi kladkami, jak je uvedeno na obrázku 4, přičemž je každý konec zatížen závažím. Hmotnost tohoto závaží a průměry kladek A a B jsou uvedeny v tabulce A.

3.1.4 Proudové zatížení žil

Během zkoušky ohebnosti musí být vzorek kabelu zatížen proudem stanoveným v tabulce B takto:

2 a 3 žilové kabely: všechny žíly jsou plně zatíženy

4 a 5 žilové kabely: tři žíly jsou plně zatíženy, nebo jsou všechny žíly zatíženy podle následujícího vzorce:

$$I_n = I_3 \sqrt{\frac{3}{n}}$$

kde:

n je počet žil

I_3 plný proud podle tabulky B.

Pro proudové zatížení může být použito malé napětí nebo napětí 230/400 V. Nezatíženými žilami prochází signální proud. Kabely, které mají více než pět žil, se nezatěžují.

3.1.5 Napětí mezi žilami

U dvoužilových kabelů a u lehkých tří- a čtyřžilových kabelů s pláštěm je mezi žilami 230 V AC.

Pro všechny ostatní kabely se třemi a více žilami se použije pro tři vodiče trojfázové napětí 400 V, jakýkoli další vodič se připojí ke střednímu vodiči. Zkouší se tři přilehlé žíly; v případě konstrukce s vícenásobnou vrstvou se vezmou z vnější vrstvy.

Toto platí rovněž při použití zatěžovacího proudu v systému nízkého napětí.

Strana 14

3.1.6 Detekce poruchy (konstrukce přístroje pro zkoušku ohebnosti)

Přístroj pro zkoušení ohebnosti musí být konstruován tak, že detekuje a zastaví zkoušku ohýbání v případě následujících jevů vzniklých během zkoušky:

- přerušeni proudové zátěže;
- zkrat mezi vodiči;
- zkrat mezi zkoušeným vzorkem a kladkami (přístroje pro zkoušku ohýbáním).

Strana 15

Tabulka A - Hmotnost závaží a průměr kladek

Typy ohebných kabelů	Počet žil ⁽²⁾	Jmenovitý průřez mm ²	Hmotnost závaží kg	Průměr kladek ⁽¹⁾ mm
Plochá neoplášťovaná šňůra	2	0,5 0,75	0,5 1,0	60 60
Lehká šňůra s PVC pláštěm	2	0,5	0,5	60
Obyčejná šňůra s PVC pláštěm		0,75	1,0	80
Kabely s PVC pláštěm odolným proti oleji		1	1,0	80
		1,5	1,0	80
Kabely s PVC pláštěm odolným proti teple		2,5	1,5	120
	3	0,5 0,75 1 1,5 2,5	0,5 1,0 1,0 1,0 1,5	80 80 80 80 120

	4	0,5 0,75 1 1,5 2,5	0,5 1,0 1,0 1,5 1,5	80 80 80 120 120
	5	0,5 0,75 1 1,5 2,5	1,0 1,0 1,0 1,5 2,0	80 80 120 120 120
	6	0,5 0,75 1 1,5 2,5	1,0 1,5 1,5 2,0 3,5	120 120 120 120 160
	7	0,5 0,75 1 1,5 2,5	1,0 1,5 1,5 2,5 3,5	120 120 120 160 160
	12	0,5 0,75 1 1,5 2,5	1,5 2,0 3,0 4,0 7,0	120 160 160 160 200
	18	0,5 0,75 1 1,5 2,5	2,0 3,0 4,0 6,0 7,5	160 160 160 200 200

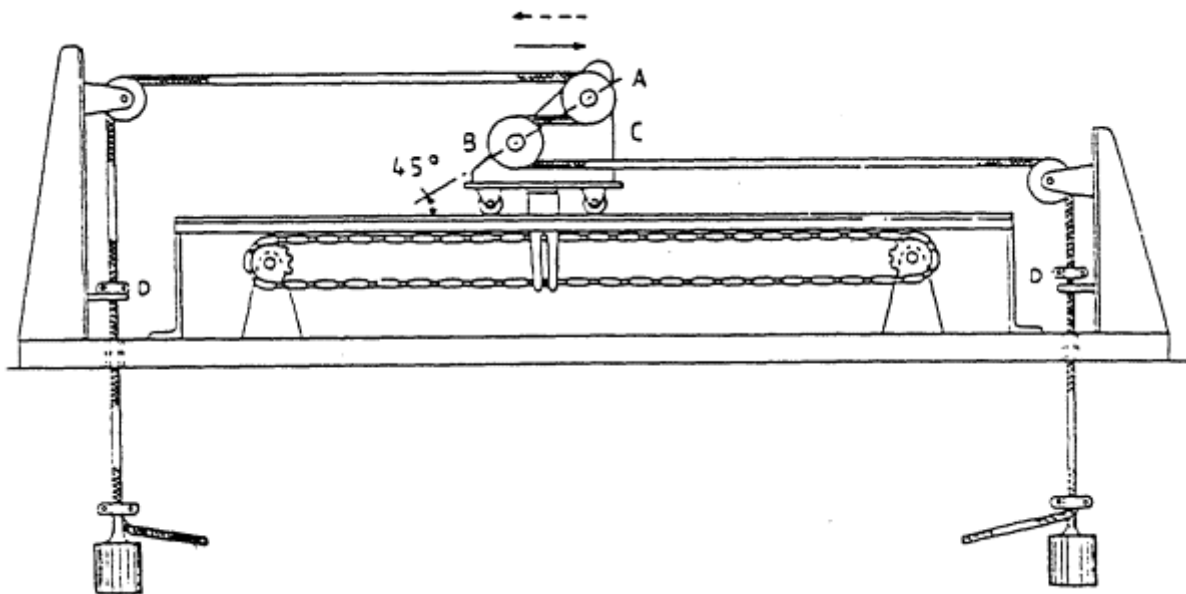
⁽¹⁾ Průměr měřen v nejnižším místě drážky

⁽²⁾ Kabely s počtem žil mezi 7 a 18, které nejsou v tabulce uvedeny, jsou „nepreferované“ typy kabelů. Mohou být zkoušeny při použití závaží o hmotnosti a kladek o průměru pro stejnou velikost vodiče při nejbližše vyšším stanoveném počtu žil.

Strana 16

Tabulka B - Proudové zatížení

Jmenovitý průřez vodiče mm ²	0,5	0,75	1	1,5	2,5
Proud (I_3), A	1,5	3	5	8	12,5



Obrázek 4 - Příklad pro zkoušku ohebnosti

3.2 Zkouška ohýbáním

Požadavky jsou uvedeny v 5.6.3.2 Části 1.

Vzorek šňůry přiměřené délky se upevní v přístroji uvedeném v Části 2, obrázek 5 a zatíží se závažím o hmotnosti 0,5 kg. Vodiči prochází proud o velikosti 0,1 A.

Vzorek se ohýbá dopředu a dozadu ve směru kolmém k rovině proložené osami vodičů. Dvě krajní polohy jsou odkloněny v úhlu 90° od svislice.

Ohyb je rozmezí pohybu v úhlu 180°. Rychlost ohýbání je 60 ohybů za minutu.

Pokud vzorek zkoušce nevyhoví, musí se zkouška opakovat na dvou náhradních vzorcích, které musí oba opakované zkoušce vyhovět.

3.3 Zkouška trhem

Požadavky jsou uvedeny v 5.6.3.3 Části 1.

Vzorek šňůry přiměřené délky musí být na jednom konci uchycen k pevnému nosiči a 0,5 m pod místem uchycení se na vzorek připevní závaží o hmotnosti 0,5 kg.

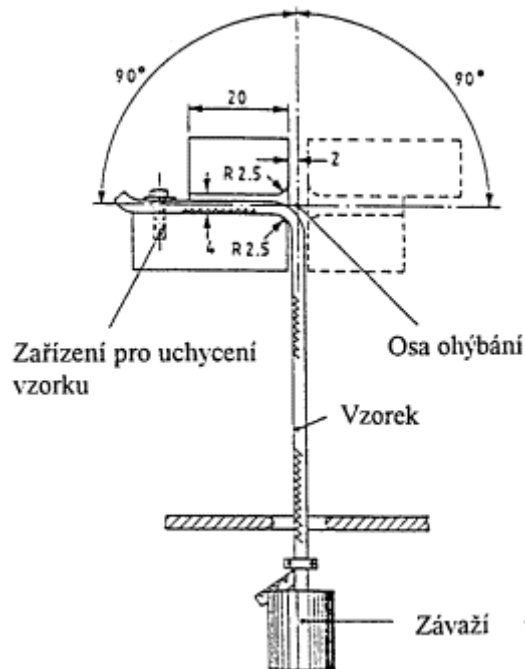
Vodiči prochází proud o velikosti 0,1 A. Závaží se zvedne k místu upevnění a nechá se pětkrát volně spadnout.

3.4 Zkouška oddělitelnosti žil

Požadavky jsou uvedeny v 5.6.3.4 Části 1.

Tato zkouška se provede na plochých šňůrách bez pláště a jiných kabelech s oddělitelnými vodiči, jak je uvedeno podrobně v jednotlivých specifikacích.

Na krátkém vzorku šňůry se mezi dvěma žilami provede řez v izolaci. Síla potřebná k oddělení žil rychlostí 5 mm/s se měří na zařízení pro zkoušku tahem.



Všechny délkové rozměry jsou v milimetrech

Obrázek 5 - Příklad pro zkoušku ohybem

3.5 Zkoušky prodloužením pro spirálové přívody

3.5.1 Zkouška prodloužení před zkouškou stárnutí

Požadavky jsou uvedeny v 5.6.3.5 Části 1.

Bere se 30 závitů nebo celá sestava, pokud obsahuje méně než 30 závitů celkem.

Vypočte se celková délka šňůry se závitů jako:

$$L = n\pi (D - d)$$

kde

L je celková délka šňůry

n počet závitů

D vnější průměr závitu

d průměr šňůry

Spirála se zavěsí svisle prvním závitem na hák.

Spirálová část vzorku se potom během (15 ± 2) s natáhne pětkrát na 60 % délky L (jak byla vypočtena výše). Zkouška se provede při teplotě (20 ± 5) °C po 24 hodinách udržování vzorku na této teplotě.

Strana 18

3.5.2 Zkouška prodloužení po stárnutí

Požadavky jsou uvedeny v 5.6.3.5 Části 1.

Použije se horkovzdušná komora s přirozeným oběhem vzduchu, která vyhovuje požadavkům 8.1.2 EN 60811-1-2.

Délka závitů nebo celá sestava, jestliže obsahuje méně než 30 závitů, se podepře ve vodorovné poloze za oba konce uprostřed horkovzdušné komory a ponechá se v ní při 70 °C po dobu 168 h.

Potom se provede zkouška prodloužení stanovená v 3.5.1.

3.6 Zkouška trvanlivosti pro spirálové přívody

Požadavky jsou uvedeny v 5.6.3.6 Části 1.

Pro provedení této zkoušky se použije přístroj pro ohebnost podobný přístroji na obrázku 4 této části, jehož unášeč se pohybuje po dráze přibližně 1 m rychlostí 0,33 m/s a který je upraven následovně (viz obrázky 6 a 7 této části)

Z pohyblivého unášeče na přístroji podle obrázku 4 se odstraní kladky. Vzorek se připevní ke kladce uvedené na obrázcích 6 a 7 bodem E. Připevnění se provede způsobem, který vylučuje koncentraci nadměrného namáhání ve šňůře. Na jednom konci spirálového přívodu se provede elektrické spojení mezi jednotlivými žilami a jednou sadou elektrických spojů na přístroji. Spirálou se provlékne podpěra. Tato podpěra může být z jakéhokoli vhodného materiálu s nízkým součinitelem tření (jako je PTFE) o průměru, který nezpůsobí během provozu přístroje vyrytí drážky do materiálu pláště. Podpěru představuje na obrázcích 6 a 7 přerušovaná čára. Podpěra je zajištěna na jednom konci přístroje v blízkosti bodu E a na opačném konci přístroje v bodu, který umožňuje, aby přístroj pracoval bez styku unášeče s podpěrou.

Volné konce spirálového přívodu se připojí buď k unášeči (obrázek 6), nebo ke kabelu vedoucímu od unášeče, (obrázek 7), opět vyloučením namáhání. Mezi jednotlivé žíly zbývajícího nepřipojeného konce spirálového přívodu a zbývající elektrické spoje na přístroji se připojí kabel (alespoň se stejnou proudovou zatížitelností a s počtem žil jako má zkoušený spirálový přívod). Tento kabel musí být dostatečně dlouhý, aby umožnil přístroji pracovat bez napínání kabelu a může být nesen vhodnými prostředky, které umožňují pohyb bez vlivu unášeče. Pokud je spirálový přívod připojen podle obrázku 7, je nutné zajistit, aby se spirálová část šňůry vracela do své původní stažené délky v bodě okruhu nejbližšímu ke koncovému bodu E pomocí nastavitelného zařízení, které je namontováno na pohyblivém unášeči F.

Vzorek musí být upraven tak, aby provoz přístroje způsoboval natažení zkoušené sekce na trojnásobek její stažené délky a vracel ji do stažené délky při každém pracovním cyklu přístroje. Kde je to možné, musí se upevnit celá šňůra nebo její sekce mezi bod E a pohyblivý unášeč, bod F. Pokud

to z důvodů malé celkové délky šňůry není možné, připevní se vzorek v bodě E a mezi zbylý konec a pohyblivý unášec se připevní vhodná délka podobné šňůry. Tato délka je taková, že provoz zařízení způsobuje natažení spirálového přívodu na trojnásobek jeho stažené délky.

Jeden konec zkoušeného vzorku se připevní k pevnému podstavci a druhý se připevní k pohyblivému podstavci, který je umístěn na unášeci F.

Každý vodič vzorku se ztíží proudem stanoveným v tabulce B této části.

4 Zkoušky za podmínek požáru

4.1 Zkouška spirálových přívodů

Požadavky jsou uvedeny v 5.6.4.1 Části 1. Spirálový přívod musí být zkoušen podle HD 405.1, vyjma případů, kdy platí následující podmínky:

(i) Vzorek

Zkušebním vzorkem je hotový spirálový přívod, z něhož je na jedné straně odstřižen konec a na straně druhé je ponechán konec o délce 15 mm.

Jestliže délka staženého přívodu včetně zbývajících konce přesahuje 500 mm, potom se odřízne spirálovitá část ze strany, kde je zcela odstraněno zakončení tak, aby stažená délka byla přibližně 500 mm.

Strana 19

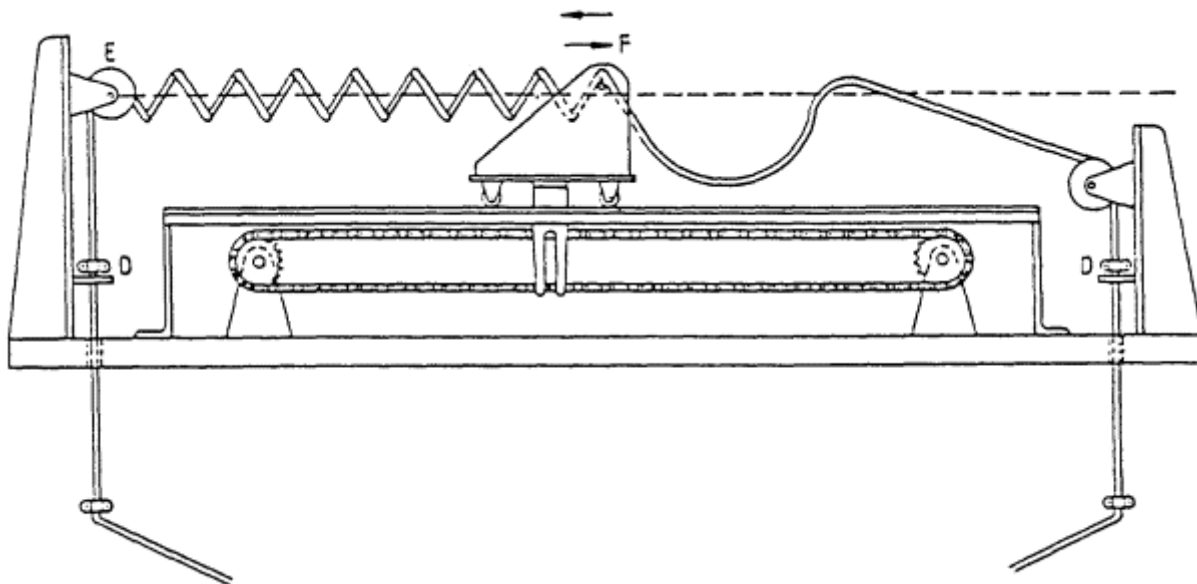
(ii) Uchycení vzorku

Zkoušený vzorek se upevní za krátký konec a nechá se svisle viset bez jakéhokoli dalšího sevření nebo napnutí a v této poloze se stabilizuje po dobu tří minut. Poloha svěrky se potom upraví tak, že je spodní část vzorku přibližně 200 mm nad základnou zkušební komory.

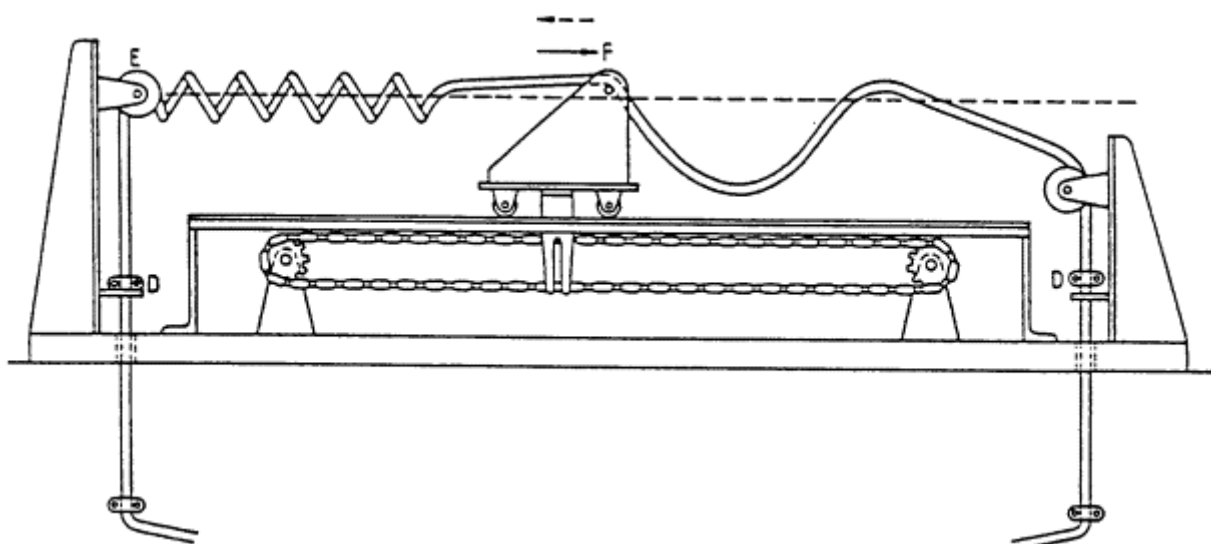
(iii) Zkušební postup

Použije se jeden plynový hořák popsáný v kapitole 6, HD 405.1. Hořák se nastaví tak, že osa trubky hořáku je nakloněna v úhlu 45° ke středové ose šroubovice vzorku spirálového přívodu. Když je hořák v provozu, musí se špička vnitřního modrého kužele plamenu dotýkat vnějšího povrchu prvního závitu na spodním konci spirály. Plamen musí být k vnějšímu povrchu v zásadě kolmý, nikoli tangenciální.

Plamen je přiložen nepřetržitě po dobu 60^{+2}_{-0} s.



Obrázek 6 - Upravený přístroj pro spirálové přívody



Obrázek 7 - Upravený přístroj pro krátké spirálové přívody

Příloha A (normativní)

Normativní odkazy

Tento HD 21.2 obsahuje prostřednictvím datovaných nebo nedatovaných odkazů ustanovení z jiných publikací. Tyto normativní odkazy jsou citovány na vhodných místech textu a příslušné publikace jsou uvedeny níže. Datované odkazy zahrnují pozdější změny nebo revize těchto publikací jen tehdy, byly-

li včleněny při změně nebo revizi do tohoto HD 21.2. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání příslušné publikace (včetně změn).

EN 60811 Společné zkušební metody pro izolační materiály a materiály pláště elektrických kabelů

(Common test methods for insulating and sheating materials of Electric Cables)

HD 405.1 Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru. Část 1: Zkouška na jednom svislém kabelu *(Tests of electric cables under fire conditions.Part 1:Test on a single vertical cable)*

-- Vynechaný text --