



Trubkové systémy Flowtite

Technické charakteristiky



01	1 Výrobní proces	3
02	2 Lamiování trubek	4
03	3 Přednosti výrobku	4
	Charakteristické rysy & výhody	4
04	4 Použití	5
05	5 Výkonnostní normy	6
	5.1 ASTM	6
	5.2 AWWA	6
	5.3 Normy ISO a EN	6
	5.4 Kontrolní zkoušení surovin	6
	5.5 Hotové trubky	7
	5.6 Kvalifikační zkoušení	7
06	6 Konstrukce podzemního trubkového systému	10
	6.1 Souhrn	10
	6.2 Vztlak	12
	6.3 Zkoušení vodním tlakem	12
	6.4 Tlaková vlna a hydraulický ráz	12
	6.5 Hodnoty únosnosti	13
	6.6 Rychlost proudění	13
	6.7 Odolnost proti UV záření	13
	6.8 Poissonovo číslo	13
	6.9 Teplota	13
	6.10 Koeficient tepelné roztažnosti	13
	6.11 Koeficienty proudění	14
	6.12 Odolnost proti otěru	14
	6.13 Vnější tlak pro zhroucení	14
	6.14 Hydraulika	14
	6.15 Tok kapaliny	14
07	7 Výrobní rozsah	16
	7.1 Třídy tuhosti	16
	7.2 Tlak	17
	7.3 Délky	17
08	8 Spojování trubek	17
	Jiné spojovací systémy	18
09	9 Volba klasifikace trubek	20
10	10 Obecná instalace	22
11	11 Příloha A / Ekologický průvodce pro trubky	30

1 Výrobní proces

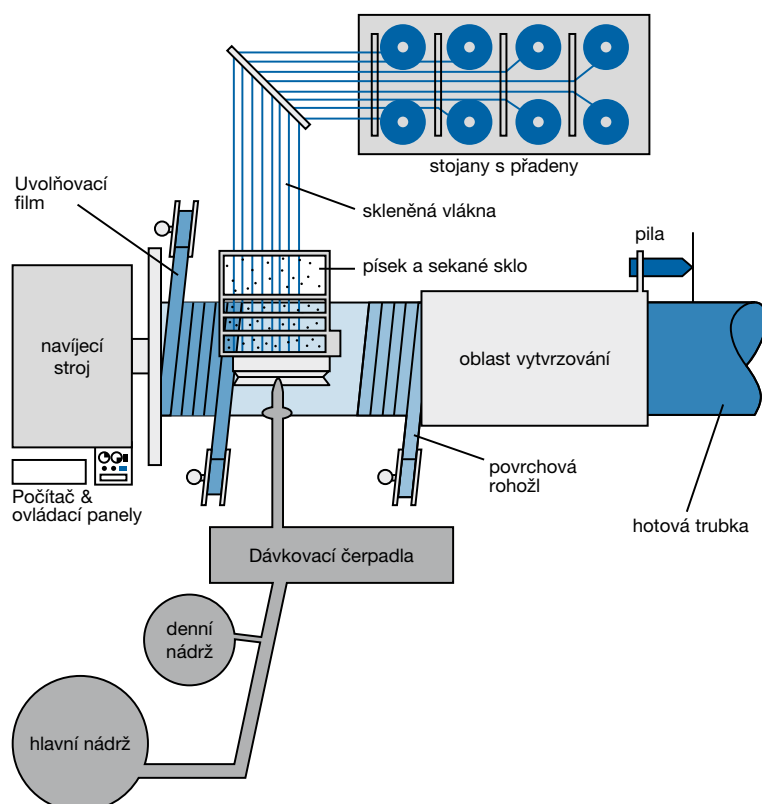
Trubky Flowtite jsou vyráběny pokrokovým způsobem navíjení na trnu, který představuje poslední stav techniky ve výrobě GRP trubek. Tento proces dovoluje použití kontinuálního zpevnění skelnými vlákny v obvodovém směru. U tlakových trubek nebo v zemi uložených potrubí je základní napětí v obvodovém směru, takže použití kontinuálního zpevnění v tomto směru dává výrobek s vyššími užitnými vlastnostmi při nižších nákladech. Použití technologie vyvinuté materiálovými specialisty dává velmi hustý laminát, který maximalizuje přínos od tří základních surovin. Pro vysoké tangenciální napětí a axiální zpevnění se používají jak skleněná vlákna, tak sekaná skleněná vlákna. Zpevnění pískem se používá pro přidání další tloušťky stěny, umístěné blízko neutrální osy. Pomocí systému dvojitého přívodu pryskyřice má zařízení schopnost vyrábět speciální vnitřní pryskyřicový povlak, pro použití v tvrdých korozních podmínkách při použití méně nákladné pryskyřice pro konstrukční a vnější části laminátové trubky.

Vezmeme-li v úvahu přednosti procesu navíjení, mohou být pro zvýšení odolnosti proti otěru a pro dokončení trubek použity i jiné materiály, jako jsou skleněné rohože nebo polyesterové rohože. Pro zajištění stále vysoké jakosti je důležité, aby způsob výroby byl přesně řízen.

Stroj na navíjení vláken Flowtite představuje nejmodernější stav používané technologie a je nejlepší metodou výroby trubek ze skelných vláken. Jednoduše řečeno, toto výrobní zařízení se skládá z trnu válcovitého tvaru z ocelového plechu, podepřeného na nosnících.

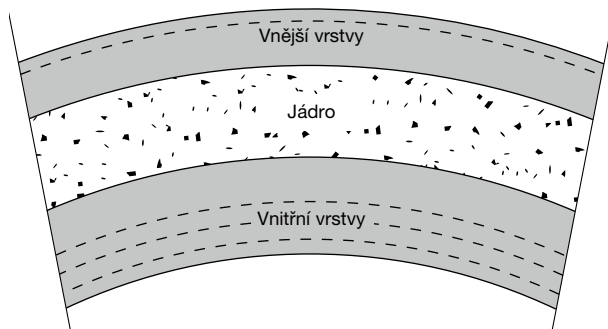
Jak se nosníky otáčejí, tření natahuje ocelový pás a valivě ložisko umožňuje pásu, aby se pohyboval v podélném směru, takže se trn pohybuje stále ve spirále k výstupu ze stroje. Když se trn otáčí, jsou všechny materiály kompositu na něj nanášeny v přesném množství. Elektronické snímače zajišťují zpětnou vazbu parametrů kontinuální výroby tak, že různé dávkovací systémy dodávají správné množství materiálu. To zaručuje, že během celého výrobního procesu se pro vytváření různých vrstev používá během stále stejné množství materiálu. Nejdříve lité uvolňovací film, následovaný různými formami skleněného vlákna těsně obaleného polyesterovou pryskyřicí. Konstrukční vrstvy jsou vyrobeny jen ze skla a pryskyřice, zatímco jádrová vrstva obsahuje čistý křemičitý písek. Je to kontinuální použití těchto materiálů na trnu, co vytváří trubku.

Poté, co trubka byla vytvořena na trnu, je vytvrzována a později dělena na požadované délky. Konce trubek jsou kalibrovány, aby lícovaly se spojkami.



2 Laminování trubek

Základními surovinami používanými ve výrobě trubek jsou pryskyřice, skleněné vlákno a křemičitý písek. Za normálních okolností se používají ortohtalové polyesterové pryskyřice, protože dávají dobrou výkonnost pro většinu aplikací. Pro výrobu trubek Flowtite mohou být použity jen Flowtitem schválené suroviny.



Obrázek výše ukazuje typický průřez laminátové trubky. Tento průřez, jakož i způsob použití a umístění různých surovin se mohou lišit v závislosti na použití trubky. V podstatě kontinuální nekonečná výroba dovoluje vyrábět trubky s průměry od DN 300 do DN 4000 mm. Průměry DN 100 – DN 250 se dodávají ve standardních délkách 6 m.



3 Výhody produktů

Technologie Flowtite je schopna přinést na trh výrobek, který může dát zákazníkům v celém světě řešení pro potrubí s dlouhou životností za nízkou cenu. Dlouhý seznam charakteristik a přínosů zajišťuje optimální systém nákladů na instalaci a životní cyklus.

Charakteristiky & výhody

Korozní odolnost

- Dlouhá efektivní životnost
- Nejsou zapotřebí vnitřní výstelky, povlaky, katodická ochrana, obaly nebo jiné formy ochrany proti korozi
- Nízké náklady na údržbu
- Hydraulické charakteristiky jsou v průběhu času v podstatě konstantní

Nízká hmotnost

(1/4 hmotnosti DIP; 1/10 hmotnosti betonu)

- Nízké dopravní náklady
- Eliminuje potřebu nákladných zařízení pro manipulaci s trubkami

Dlouhé standardní délky

(6, 12 a 18 metrů)

- Méně spojů snižuje dobu výstavby
- Více trubek na dopravním prostředku znamená nižší náklady na dopravu

Vynikající hydraulické charakteristiky

- Zvláště hladký vnitřní povrch
- Hazen-Williamsův koeficient proudění přibližně $C = 150$.
- Nízké tření znamená nižší spotřebu energie pro čerpání a nižší provozní náklady
- Manningův koeficient proudění $n = 0.009$
- Minimální usazování kalu znamená nižší náklady na čištění
- Vynikající odolnost proti opotřebení

Přesné spojky Flowtite s elastomerovým těsnícím systémem "REKA"

- Těsné, účinné spojení, aby se eliminovalo vnikání nebo unikání
- Snadné spojování zkracuje dobu instalace
- Zachycuje malé změny ve směru potrubí nebo různé sedání půdy bez dodatečných armatur

Pružný výrobní proces

- Mohou být vyráběny průměry podle přání zákazníka, aby se zajistily maximální objemy průtoku se snadnou instalací pro projekty sběrných potrubí
- Mohou být vyráběny délky podle přání zákazníka, aby se zajistila maximální pružnost pro usnadnění přímého zasypání nebo sběrného potrubí

4 Aplikace

Pokroková technologie konstrukce trubek

- Několik tříd tlaku a tuhosti pro splnění kritérií konstruktérů
- Nižší rychlost tlakové vlny než u jiných trubkových materiálů může znamenat nižší náklady při návrhu, jestliže se bere v úvahu náhlé zvýšení tlaku a hydraulický ráz
- Vyšší a stálá jakost výrobku po celém světě, která vyhovuje nejpřísnějším normám na výkonnost výrobku (ASTM, AWWA, DIN-EN...)

GRP trubky od Flowtite se mohou používat v četných aplikacích, včetně:

- Doprava a distribuce vody (pitné i surové)
- Sanitární kanalizační sběrné systémy a odtoky
- Dešťová kanalizace
- Přívodní potrubí hydroelektrických zařízení
- Přívádění a odvádění mořské vody
- Cirkulace chladicí vody; potrubí pro úpravy vody a vypouštěcí potrubí elektráren
- Průmyslové aplikace
- Sběrná potrubí



5 Výkonnostní normy

Systémy laminátových trubek Flowtite jsou certifikovány podle mnoha národních a mezinárodních norem. Normy vyvinuté ASTM, AWWA a nakonec i ISO a EN se používají pro velkou škálu použití laminátových trubek včetně dopravy sanitárních odpadních vod a průmyslových odpadních vod. Leitmotiv, společný všem výrobním normám je takový, že všechny jsou dokumenty, založenými na výkonnosti. To znamená, že jsou předepsány požadovaná výkonnost a zkoušení trubek.

Kontrola a zkoušení vzorků odebraných z kanalizačních trubek, které byly v provozu po téměř 24 let, zjistily, že jsou v bezvadném stavu. To a analýza doby do porušení, která shromáždila údaje od několika hodin až do 24 let, ukázala ve spojení standardizovanou metodou a regresní analýsou, že bezpečnostní meze jsou vyšší než očekávané a dá se dosáhnout extrapolace až na 150 let.

5.1 ASTM

V současnosti existuje několik výrobních norem ASTM, které se používají pro velké množství aplikací trubek ze skelných laminátů. Všechny výrobní normy se používají na trubky s průměrovým rozsahem od 200 až do 3600 mm a vyžadují pružné spoje, aby prošly zkoušením vnitřním přetlakem (podle ASTM D4161) v konfiguracích, které simulují přísnější podmínky použití. Tyto normy zahrnují mnoho nesnadných kvalifikačních a jakostních zkoušek.

Normy ASTM jsou:

- ASTM D3262 Gravitační kanalizace
- ASTM D3517 Tlakové trubky
- ASTM D3754 Tlakové kanalizace

5.2 AWWA

AWWA C950 je jednou z nejkompexnějších výrobních norem, které existují na laminátové trubky. Tato norma na tlakové trubky pro použití na vodu má rozsáhlé požadavky na trubky a spoje, koncentruje se na řízení jakosti a kvalifikační zkoušení prototypu. Podobně jako ASTM je to i výrobní norma. AWWA vydala příručku M 45, která obsahuje několik kapitol týkajících se konstrukce GRP trubek pro zasypaná potrubí a nadzemních instalací. Dokumenty vyvinuté AWWA jsou:

- AWWA C950 Laminátové tlakové trubky
- AWWA M-45 Laminátové trubky – konstrukční manuál

5.3 Normy ISO a EN

V současnosti existují některé normy používané v EU, jako jsou ty, které byly vyvinuty BSI (BS 5480), DIN (DIN 16868) a AENOR (UNE 53323-EX). Všechny tyto normy budou nahrazeny prací, prováděnou ve světle Evropské organizace. EN 1796 a EN 14632 jsou dokumenty pro použití pro vodu a kanalizace, které krátké době nahradí normy používané v Evropě.

Mezinárodní normalizační organizace (ISO) vydala dvě normy ISO 10467 pro odvodňování a kanalizace a ISO 10639 pro vodu.

Amiantit se účastní na vývoji všech těchto norem představiteli všech jejich světových organizací, čímž zaručuje výkonnostní požadavky, z nichž plynou požadavky na spolehlivý výrobek.

5.4 Kontrolní zkoušení surovin

Suroviny jsou dodávány s osvědčením dodávajícího, které potvrzuje jejich shodu s jakostními požadavky Flowtite. Kromě toho všechny suroviny jsou kvalifikovány a zkoušeny před jejich použitím. Tyto zkoušky zaručují, že materiál trubek splňuje specifikace, jak je uvedeno. Suroviny by měly být podle jakostních požadavků Flowtite předem kvalifikovány takovým způsobem, že jejich vhodnost pro použití ve výrobním procesu a ve finálním výrobku je předvedena jejich dlouhodobou výkonností.

Suroviny používané při výrobě trubek jsou:

- Sklo
- Pryskyřice
- Katalyzátor
- Písek
- Urychlovač

Při výrobě trubek mohou být použity jen Flowtitem schválené suroviny.

Sklo

Skleněné vlákno je charakterizováno hodnotou tex, což je váha v gramech na 1000 m délky
Tangenciální přádena
Spojitá přádena používaná s různými texy pro výrobu trubek Flowtite
Odřezky z přáden řezané přímo na stroji, aby se zajistila pevnost v různých směrech.

Pryskyřice

Pro proces navíjení se používají jen kvalifikované pryskyřice. Obvykle jsou dodávány v sudech nebo velkých množstvích. Pryskyřice je připravována v nádržích na jeden den na navíjecím zařízení. Normální

teplota použití je 25 °C. Pryskyřice je dodávána výrobcem a může být před použitím ředěna styrenem, aby se dosáhlo požadované a přijatelné viskozity definované "Flowtite Technology".

Katalyzátor

Do pryskyřice je těsně před použitím přimícháno správné množství katalysátoru. Ve výrobním procesu výroby trubek Flowtite se používají jen schválené katalyzátory.

Písek

Písek se přidává do jádra trubky a na vnitřní vrstvu spojek. Písek s vysokým obsahem kyslíčnicku křemičitého musí vyhovovat specifikacím FLOWTITU na suroviny.

Urychlovač

Urychlovač je přimícháván do pryskyřice, skladované v nádržích na jeden den. Od výrobce může být dodáván v různých koncentracích a může být ředěn styrenem, aby se dosáhlo požadované koncentrace potřebné pro výrobu trubek Flowtite.

Fyzikální vlastnosti

Únosnost vyrobených trubek v obvodovém a axiálním směru je ověřována zkoušením. Také se provádějí zkoušky tuhosti a prohnutí trubky. Všechny tyto zkoušky se provádějí běžně podle příručky jakosti FLOWTITU. Kromě toho jsou potvrzovány konstrukce a složení trubek.

5.5 Hotové trubky

Program kontroly kvality potrubí Flowtite sestává z řady testů. Kontrolu potrubí lze provést pomocí testů, které jsou uvedeny níže:

- Vizuální kontrola
- Tvrdost podle Barcola
- Tloušťka stěny
- Délka trubky
- Průměr
- Hydrostatický test vodotěsnosti
- Tuhost trubky
- Prohnutí bez poškození nebo strukturálního zhroucení
- Únosnost v tahu v obvodovém a axiálním směru
- Celkové složení laminátu

5.6 Kvalifikační zkoušení

A společným prvkem všech norem je potřeba, aby výrobce předvedl shodu s minimálními výkonnostními požadavky norem. V případě GRP trubek spadají tyto minimální výkonnostní požadavky jak mezi krátkodobé, tak mezi dlouhodobé požadavky.

Nejdůležitějšími a obecně předepisovanými požadavky na všech úrovních výkonnosti ve všech dříve citovaných normách jsou kvalifikace spojů, počáteční prohnutí kroužku, dlouhodobé prohnutí kroužku, dlouhodobý tlak a schopnost odolávat korozi pod napětím. Trubkové systémy Flowtite a systémy spojek jsou přísně zkoušeny, aby se ověřila shoda s těmito normami.

Dlouhodobé zkoušení

Normy pro laminátové trubky jsou založeny na předpokladu, že, když jsou podrobeny napětím, materiál bude podroben změnám v mechanických vlastnostech. Konstrukce výrobku je obvykle založena na projektovaných hodnotách pevnosti materiálu po dobu 50 let. Pro stanovení dlouhodobých vlastností trubek bylo připraveno nejméně 18 vzorků a tyto vzorky byly zkoušeny. Pro vyhodnocení je nutné zkoušení do porušení při 10000 hodinách s přípustným rozptylem. Získané výsledky se vyhodnocují v logaritmických stupnicích, projektovaných na dosažení hodnoty za 50 let. V průběhu let bylo shromážděno značné množství výsledků založených na zkušebních metodách ASTM. V poslední době bylo analyzováno více než 600 bodů s dobou do porušení od několika hodin až po 28 let. Analýza údajů ukazuje zajímavé bilineární chování spíše než přímou lineární regresi předvídanou kratší a menší databází. Výsledky naznačují, že normalizované metody jsou skutečně dosti konzervativní a že pomocí této dodatečné informace se bezpečnostní meze ukazují být vyšší než očekávané a dá se dosáhnout extrapolace až do 150 let. GRP trubky Flowtite splňují tímto požadavky některých institucí, vyžadující životní cyklus delší než 100 let.

Zkoušení koroze pod napětím

Jedinečným a důležitým výkonnostním požadavkem gravitačních GRP trubek, používaných v kanalizacích, je chemické zkoušení trubek v prohnutém stavu nebo pod napětím. Toto zkoušení koroze pod napětím vyžaduje nejméně 18 prstencových vzorků, které mají být prohnuty na různou úroveň a pak udržovány v konstantní poloze. Tyto kroužky pod napětím pak jsou vystaveny při obrácení vnitřního povrchu 1,0 N (5 % váhových) kyselině sírové. To má v úmyslu simulovat podmínky zasypaného potrubí septické kanalizace. To představuje nejhorší kanalizační podmínky včetně těch zjištěných na Středním

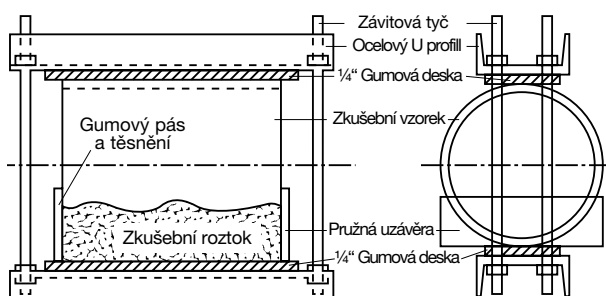
východě, kde bylo úspěšně použito mnoho trubek Flowtite.

U každého vzorku je měřena doba do porušení vzorků. Minimální extrapolované napětí při 50 letech při použití kvadratické regresní analýzy údajů do porušení musí být nejméně rovno hodnotám uváděným pro každou třídu tuhosti podle normy. Dosažená hodnota pak odpovídá konstrukci trubky, aby se umožnilo předvídání bezpečnostních omezení pro instalaci GRP trubek používaných pro tento typ služby. Typicky je to pro 5 % dlouhodobého prohnutí při uložení pod zemí.

Například podle norem ASTM minimální hodnota koroze pod napětím musí být:

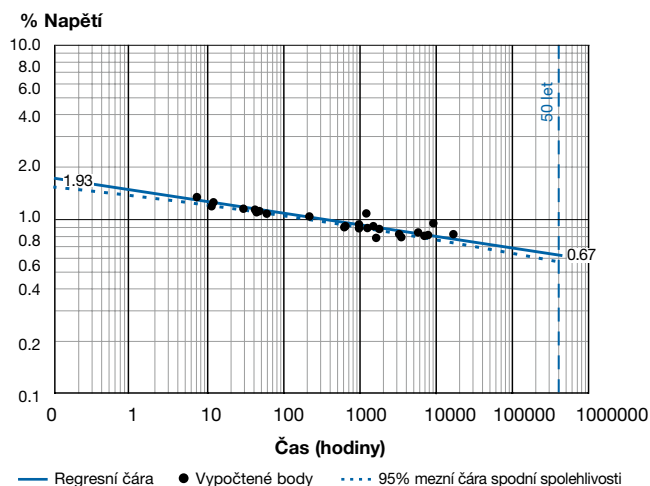
Třída tuhosti	S _{CV} napětí, %
SN 2500	.49 (t/d)
SN 5000	.41 (t/d)
SN 10000	.34 (t/d)

Tabulka 5-1 Minimální hodnota koroze pod napětím



Obrázek 5-1 Zařízení na korozní zkoušky pod napětím

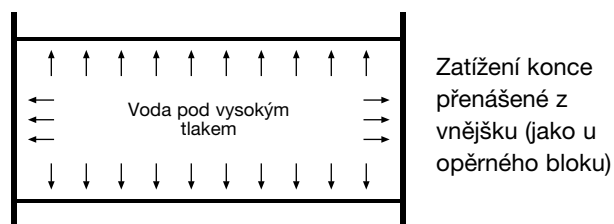
Flowtitem předpokládaná hodnota korozního napětí pro 50 let je 0,67%.



Obrázek 5-2 Čára Flowtite pro korozi pod napětím

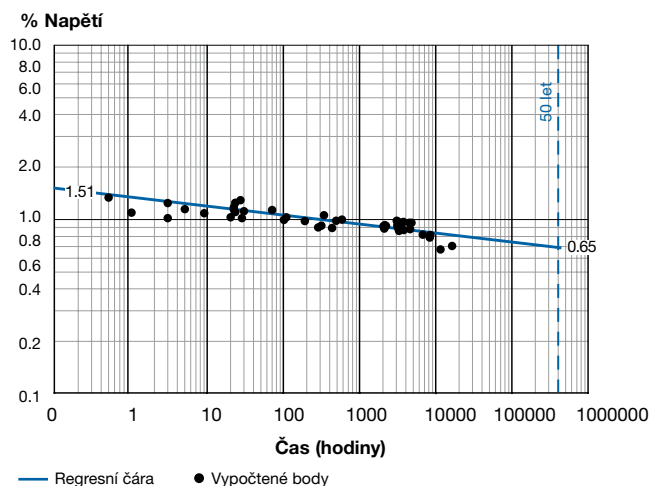
Základ hydrostatické konstrukce (Hydrostatic Design Basis – HDB)

Jinou důležitou kvalifikační zkouškou je stanovení základu hydrostatické konstrukce (Hydrostatic Design Basis – HDB). Tato zkouška vyžaduje zkoušení vodním přetlakem do porušení (ztráty těsnosti) mnoha vzorků trubek při různých, velmi vysokých úrovních tlaku. Jak bylo dříve popsáno u zkoušky koroze pod napětím, jsou získané údaje vyhodnocovány v soustavě log-log pro tlak (tangenciální tahové napětí) a čas do porušení a pak extrapolovány na 50 let. Extrapolovaný tlak do porušení (napětí) při 50 letech nebo HDB musí být větší než tlaková třída (napětí při jmenovitém tlaku) při koeficientu bezpečnosti (viz obrázek 2). V důsledku úvah o kombinovaném napětí, což je interakce vnitřního tlaku a zatížení zeminou, skutečný dlouhodobý faktor proti porušení tlakem samotným je vyšší než tento koeficient bezpečnosti. Tato kvalifikační zkouška pomáhá zajistit dlouhodobou výkonnost trubky v podmínkách tlaku.



Obrázek 5-3 Vliv dlouhodobého tlaku na životnost trubky

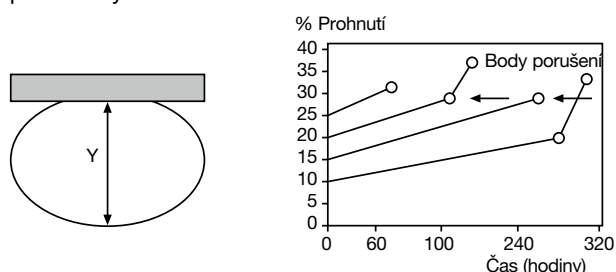
Hodnota předpokládaného HDB napětí pro padesát let, publikovaná Flowtitem je 0,65 %.



Obrázek 5-4 Flowtite čára pro dlouhodobé napětí od tlaku

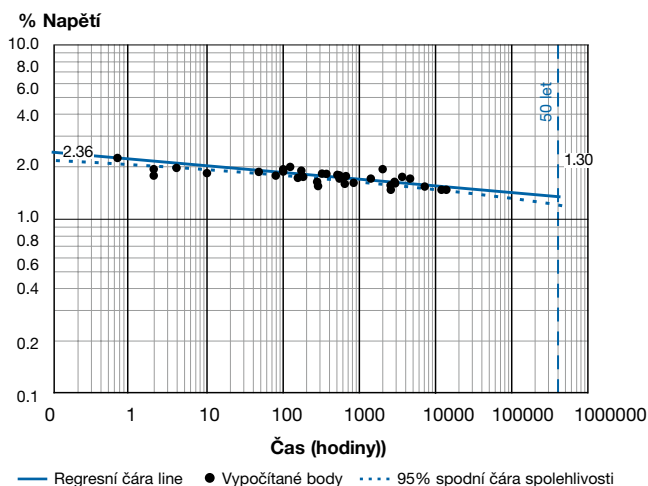
Dlouhodobé prohnutí kroužku

Dlouhodobé (50 let) prohnutí kroužku trubky nebo schopnost odolávat prohnutí kroužku (napětí) při ponoření do vodního prostředí a pod konstantním zatížením musí splňovat úroveň A prohnutí předepsanou ve zkoušce počátečního prohnutí kroužku. Tento požadavek je definován v normách ISO a EN. AWWA C950 vyžaduje, aby zkouška byla provedena s konečnou hodnotou předpovídanou pro 50 let, používanou v konstrukci trubek. Trubky Flowtite jsou zkoušeny za použití směrnice ASTM D5365 "Dlouhodobé prstencové napětí laminátových trubek" a splňují všechny požadavky.



Obrázek 5-5 Vliv dlouhodobého ohybu na životnost trubek ve vodě

Předpokládané dlouhodobé ohybové napětí na 50 let jak ho publikoval Flowtite je 1,3 %.



Obrázek 5-6 Flowtite Čára pro dlouhodobé ohýbání

Počáteční prohnutí kroužku

Když jsou vertikálně stlačeny mezi dvěma rovnoběžnými deskami nebo tyčemi, všechny trubky musí splňovat úroveň počátečního prohnutí bez vizuální známky prasknutí nebo vzniku trhliny (úroveň A) a nesmí dojít ke strukturálnímu poškození tloušťky stěny (úroveň B).

Třída tuhosti v prohnutí

Úroveň	SN		
	2500	5000	10000
A	15%	12%	9%
B	25%	20%	15%

Zkoušení spojů

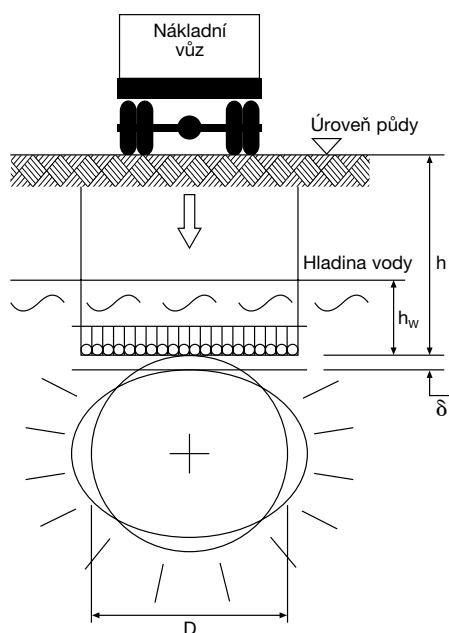
Tato důležitá kvalifikační zkouška se provádí na prototypch spojů spojek utěsněných elastomerovým těsněním. Tato zkouška se provádí podle ASTM D4161, EN 1119 a ISO 8639. Zahrnuje některé z nej přísnějších výkonnostních požadavků na spoje v průmyslu stavby potrubí u trubek ze všech materiálů v tlakových a rozměrových rozsazích trubek Flowtite. Tyto normy vyžadují, aby pružné spojky odolaly zkoušení vodním přetlakem v konfiguracích n, které simulují podmínky n-užití. Zkoušky se provádějí při dvojnásobku jmenovitého tlaku a 1 bar se používá pro trubky s gravitačním prouděním. Konfigurace spojů zahrnují přesné osové vyrovnaní maximální úhlové pootočení a diferenciální smykové zatížení. Též jsou zahrnuty zkoušky při částečném vakuu a cyklické zkoušky tlakem.

6 Konstrukce podzemního trubkového systému

Norma ANSI/AWWA C950-95 a příručka AWWA M45 jsou základními odkazy pro navrhování podzemních potrubí z trubek Flowtite. Laminátové trubky jsou pružné a mohou snášet velkou deformaci. Vertikální zatížení (zeminy, doprava a výška vody) určují prohnutí v závislosti na zhutnění zeminy kolem trubky a na tuhosti kroužku s příčným průřezem trubky.

Trubky Flowtite jsou pružné ve většině zemin. Speciální pozornost je třeba věnovat hloubení, postranním zásypům a zasypávání výkopu. To zajišťuje nezbytné podepření trubky. Zabraňuje to též zkroucení a možnému poškození zeminou a/nebo dopravou. Odolnost vůči horizontálnímu pohybu trubky závisí na typu zeminy, její hustotě a obsahu vlhkosti. Čím vyšší je odpor zeminy, tím méně se trubka bude deformovat nebo pohybovat.

Následující obrázek ukazuje rozdělení zatížení a pohyb reakcí zeminy, způsobený stlačením zeminy ve vzájemném působení s pružností trubky a deformací.



Obrázek 6-1 Chování trubky při zatížení dopravou

Protože konstrukce je založená na AWWA M45, přikládáme zde souhrn kapitoly 5 této normy. GRP trubky, protože jsou trubkami pružnými, se prohnou a rozložením zatížení zeminy se prohnou k tužší straně zásypového materiálu. Důsledek je následující:

- Postranní zásypový materiál přenáší zatížení od zásypu, dopravy atd.
- Trubka přenáší nižší zatížení.
- Trubka se může soustředit na její účel, dopravu kapalin bez ztrát.

Tuhé trubky jsou vždy silnější a tužší než zeminy a zatížení se soustředí na trubce. Trubka musí přenášet toto zatížení po dlouhou dobu. A při dalším pohybu zeminy toto zatížení může dále vzrůstat.

Pružné trubky budou reagovat dynamicky, budou se ohýbat a přenášet zatížení do postranního zásypu.

Při přenášení zatížení bude zemina sedat.

Studie kanalizačních a tlakových potrubí ukázaly, že napětí při porušení v tuhých trubkách je vyšší než v pružných trubkách.

6.1 Souhrn konstrukce podle AWWA Kapitola AWWA M-45

AWWA C-950-86 byla revidována a rozdělena na 2 části.

- C950 Tato je nyní výkonnostní normou jako ASTM
- AWWA M-45 Tato je nyní konstrukční příručkou. Kapitola 5 dává konstrukční metodu pro pod zemí uložené laminátové trubky.

Konstrukční výpočty

- Výpočet tlakové třídy

$$P_c \leq \frac{HDB \cdot 2 \cdot t \cdot E_n}{FS \cdot D}$$

E_n = Tahový modul konstrukční vrstvy

t = zesílená tloušťka stěny trubky

Projektovaný tlak by měl být menší než P_c ; $P_w \leq P_c$

P_w = pracovní tlak nebo konstrukční tlak

- Nárazový tlak

Nárazový tlak je 40% of P_w tedy

$$P_c \geq \frac{P_w + P_s}{1.4}$$

- Ohyb kroužku

$$\epsilon_b = D_f (D_y/D) \cdot (t_f/D) \leq (S_b/FS)$$

D_f je faktor prohnutí s

D_y/D dovolené dlouhodobé prohnutí

S_b dlouhodobé ohybové napětí trubky

FS koeficient bezpečnosti = 1.5

ϵ_b = maximální ohybové napětí v důsledku prohnutí

- Vypočtené prohnutí je uvedeno níže:

$$\Delta y/D = \frac{(D_L \cdot W_c + W_L) \cdot K_x}{(149 \cdot PS + 6100 \cdot M_s)}$$

W_c : vertikální zatížení od zeminy $N/m^2 = \gamma_s \cdot H$; kde
 γ_s je objemová tíha zeminy a H je hloubka zasypání
 W_L : dynamické zatížení trubky
 M_s = vázaný modul kompozitní zeminy

Tuhost PS trubky a ne STIS

D_L = Faktor zpoždění prohnutí (obvykle se bere 1.5)
 K_x = Koeficient uložení – obvykle se bere 0,1
 Aby se stanovila hodnota M_s , měly by být odděleně stanoveny hodnoty M_{sn} pro přírodní zeminu a M_{sb} pro zásyp a pak zkombinovány.

$$M_s = S_c \cdot M_{sb}$$

S_c = podpora zeminou

M_{sb} = vázaný modul v pásnu zasypání trubky

M_{sn} = vázaný modul přírodní zeminy

- Kombinované zatížení

Kombinované zatížení je takové, když kombinujeme ohyb a tah. Ohyb je od prohnutí a tah je od tlaku

$$\epsilon_{pr}/HDB \leq \{1 - (\epsilon_b \cdot r_c/S_b)\} / FS_{pr}$$

a

$$\epsilon_b \cdot r_c/(S_b) \leq \{1 - (\epsilon_{pr}/HDB)/FS_b\}$$

s $FS_{pr} = 1.8$ a $FS_b = 1.5$

$$\epsilon_{pr} = P_w \cdot D/(2 \cdot t \cdot E_r) \text{ and } \epsilon_b = D_r(\delta d/D)/(t_r/D)$$

$$s \ r_c = 1 - P_w/3000 \text{ where } P_w \leq 3000 \text{ kPa}$$

$\delta d/D$ = maximální dovolené prohnutí a ne vypočtené

- Vyboulení

Dovolený tlak pro vyboulení q_a je stanovován následující rovnicí

$$q_a = \frac{(1.2 \cdot C_n)(EI)^{0.33}(\phi_s \cdot 10^6 \cdot M_s \cdot k_\eta)^{0.667} \cdot R_h}{(FS)r}$$

kde

q_a = dovolený tlak vydatí v kPa

FS = konstrukční faktor = 2.5

C_n = skalární kalibrační faktor pro započtení některých nelineárních jevů = 0.55

ϕ_s = faktor pro započtení variability v tuhosti ztuhnuté zeminy, předpokládá se 0,9.

k_η = korekční faktor modulu pro Poissonovo číslo, η u zeminy = $(1 + \eta)(1 - 2\eta)/(1 - \eta)$

Není-li specifická informace, obvykle se předpokládá $\eta = 0.3$ pak $k_\eta = 0.74$

R_h = Korekční faktor pro hloubku zásypu

$$= 11.4/(11 + D/1000 \cdot h)$$

s h = výška úrovně terénu nad vrcholem trubky

Náhrada k výše uvedené rovnici je

$$q_a = \left(\frac{1}{FS}\right)[1.2C_n(0.149PS)^{0.33}](\phi_s 10^6 M_s k_\eta)^{0.67}$$

Vyhovění požadavkům na vyboulení pro typické instalace trubek pomocí následující rovnice:

$$[\gamma_w h_w + R_w(W_c)] \cdot 10^{-3} + P_v \leq q_a$$

kde:

γ_w = specifická hmotnost vody = 9800 N/m³

P_v = Tlak vnitřního vakua (tj. atmosférický tlak minus absolutní tlak uvnitř trubky) v kPa

R_w = faktor vodního vztlaku = $1 - 0.33(h_w/h)$ ($0 \leq h_w \leq h$)

h_w = výška hladiny vody nad vrcholem trubky, m
 Jestliže je uvažováno s dynamickým zatížením, vyhovění požadavků na vyboulení je vyhověno pomocí následující:

$$[\gamma_w h_w + R_w(W_c) + W_L] \cdot 10^{-3} \leq q_a$$

Typické dynamické zatížení a vnitřní vakuum nejsou uvažovány současně.

Dokument obsahuje různé konstrukce trubek, doporučuje se, aby příklady byly provedeny ručně, aby účastník školení získal cit pro tuto normu.

6.2 Vztlak

Je-li hladina vody v úrovni terénu (nebo na nižší úrovni), je vyžadována kontrola na vztlak. Kombinované zatížení, F_{down} , (N/m) způsobené součtem zatížení od hmotnosti zeminy, W_s , (N/m) plus hmotnosti trubky W_p , (N/m) a jejího obsahu, W_l , (N/m) musí být větší než nahoru působící vztlaková síla, tj.

$$W_s + W_p + W_l = F_{\text{down}}$$

kde

$$W_s = OD \cdot \gamma_s \cdot \left(1 - \frac{h_w}{3h}\right)$$

$$\text{a } F_{\text{down}} \geq F_{\text{UP}}$$

kde

$$F_{\text{UP}} = \frac{\pi}{4} \cdot OD^2 \cdot \gamma_w$$

Ve výše uvedeném,

h_w = výška vody nad vrcholem trubky (m)

h = výška zeminy nad vrcholem trubky (m)

γ_w = specifická hustota vody (kg/m³)

6.3 Zkoušení vodním tlakem

Maximální zkušební tlak ve výrobním závodě je 2.0 x PN (tlaková třída), Maximální polní zkušební tlak je 1.5 x PN (tlaková třída). Horní mez tlaku a průměru jsou funkcí kapacity provádění zkoušky vnitřním přetlakem ve výrobních závodech.

6.4 Tlaková vlna a hydraulický ráz

Hydraulický ráz nebo tlaková vlna je náhlý vzrůst nebo pokles tlaku způsobený náhlou změnou rychlosti kapaliny v trubkovém systému. Obvyklou příčinou těchto změn proudění je rychlé uzavření nebo otevření ventilů nebo náhlé zapnutí nebo vypnutí čerpadel, např. při vypadnutí proudu. Nejdůležitějšími faktory, které ovlivňují tlak hydraulického rázu, jsou změny v rychlosti kapaliny, rychlost změny rychlosti (doba zavření ventilu), stlačitelnost kapaliny, tuhost trubky v obvodovém směru a fyzikální uspořádání trubkového systému.

Očekávaný tlak hydraulického rázu u trubek Flowtite je přibližně 50 % tlaku pro ocelové trubky nebo trubky z tvárné litiny za stejných podmínek. Trubka Flowtite má přídavek 40 % jmenovitého tlaku na náhlé zvýšení tlaku. Přibližný vztah pro maximální změnu v daném bodě přímého potrubí se zanedbatelným třením se dá vypočítat pomocí vzorce:

$$\Delta H = (w \Delta v) / g$$

kde:

ΔH = změna tlaku (metry)

w = rychlost rázové vlny (metry/sec)

Δv = změna rychlosti kapaliny (metry/sec)

g = zrychlení gravitací (metry/sec²)

DN	300-400	450-800	900-2500	2800-3000
SN 2500				
PN 6	365	350	340	330
PN 10	435	420	405	390
PN 16	500	490	480	470
SN 5000				
PN 6	405	380	370	360
PN 10	435	420	410	
PN 16	505	495	480	
PN 25	575	570	560	
SN 10000				
PN 6	420	415	410	400
PN 10	435	425	415	
PN 16	500	495	485	
PN 25	580	570	560	
PN 32	620	615	615	

Tabulka 6-1 Rychlost rázové vlny pro trubky Flowtite (metry/sec)

DN	100	125	150	200	250
SN 10000					
PN 6	580	560	540	520	500
PN 10	590	570	560	540	520
PN 16	640	620	610	600	590

Tabulka 6-2 Rychlost rázové vlny pro trubky malých průměrů

! Poznámka: Výše uvedené hodnoty jsou zaokrouhleny na cca 2 %. Jsou-li pro analýzu přechodových jevů nutné přesnější hodnoty, spojte se, prosíme s dodavatelem trubek Flowtite.

6.5 Hodnoty únosnosti

Pro tangenciální a axiální únosnost mohou být použity pro konstrukční účely následující hodnoty.

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	60	360	600	960	1200	1500	1920
350	70	420	700	1120	1400	1750	2240
400	80	480	800	1280	1600	2000	2560
450	90	540	900	1440	1800	2250	2880
500	100	600	1000	1600	2000	2500	3200
600	120	720	1200	1920	2400	3000	3840
700	140	840	1400	2240	2800	3500	4480
800	160	960	1600	2560	3200	4000	5120
900	180	1080	1800	2880	3600	4500	5760
1000	200	1200	2000	3200	4000	5000	6400
1100	220	1320	2200	3520	4400	5500	7040
1200	240	1440	2400	3840	4800	6000	7680
1400	280	1680	2800	4480	5600	7000	8960
1600	320	1920	3200	5120	NA	NA	NA
1800	360	2160	3600	5760	NA	NA	NA
2000	400	2400	4000	6400	NA	NA	NA
2200	440	2640	4400	NA	NA	NA	NA
2400	480	2880	4800	NA	NA	NA	NA
2600	520	3120	NA	NA	NA	NA	NA
2800	560	3360	NA	NA	NA	NA	NA
3000	600	3600	NA	NA	NA	NA	NA

Tabulka 6-3 Únosnost v tangenciálním směru

Minimální tangenciální (obvodové) zatížení N na mm délky.

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	95	115	140	150	170	190	220
350	100	125	150	165	190	215	255
400	105	130	160	185	210	240	285
450	110	140	175	205	235	265	315
500	115	150	190	220	250	290	345
600	125	165	220	255	295	345	415
700	135	180	250	290	340	395	475
800	150	200	280	325	380	450	545
900	165	215	310	355	420	505	620
1000	185	230	340	390	465	560	685
1100	195	245	360	420	505	600	715
1200	205	260	380	460	560	660	785
1400	225	290	420	530	630	760	1015
1600	250	320	460	600	NA	NA	NA
1800	275	350	500	670	NA	NA	NA
2000	300	380	540	740	NA	NA	NA
2200	325	410	595	NA	NA	NA	NA
2400	350	440	620	NA	NA	NA	NA
2600	375	470	NA	NA	NA	NA	NA
2800	410	510	NA	NA	NA	NA	NA
3000	455	545	NA	NA	NA	NA	NA

Tabulka 6-4 Únosnost v osovém směru

Minimální počáteční osové zatížení (v podélném směru) N na mm obvodu

6.6 Rychlost proudění

Maximální doporučená rychlost proudění je 3,0 m/sec. Dají se použít i rychlosti až do 4,0 m/sec, jestliže vody jsou čisté a neobsahují abrazivní částice. Je k dispozici i referenční seznam projektů, kde byly zaznamenány i rychlosti vyšší než 4 m/sec.

6.7 Odolnost proti UV záření

Neexistuje důvod předpokládat, že UV záření ovlivňuje životnost trubek Flowtite. Vnější vrstva může být ovlivněna a může být pozorováno blednutí povrchu. Je-li to požadováno, ten kdo staví potrubí, může vnější povrch trubek Flowtite natřít. Avšak to se v budoucnu stává položkou, která vyžaduje údržbu. Flowtite po dlouhodobých zkušenostech na Středním Východě s vlhkými, pouštními podmínkami a ve Skandinávii s tmavými, studenými zimami a použitím nad zemí uložených potrubí nemá žádný důkaz strukturálních změn v důsledku záření.

6.8 Poissonovo číslo

Poissonovo číslo je ovlivněno konstrukcí trubky. U trubek Flowtite je poměr pro tangenciální (obvodové) zatížení a axiální reakce v rozsahu od 0,22 do 0,29. Pro axiální zatížení a obvodovou reakci bude Poissonovo číslo poněkud menší.

6.9 Teplota

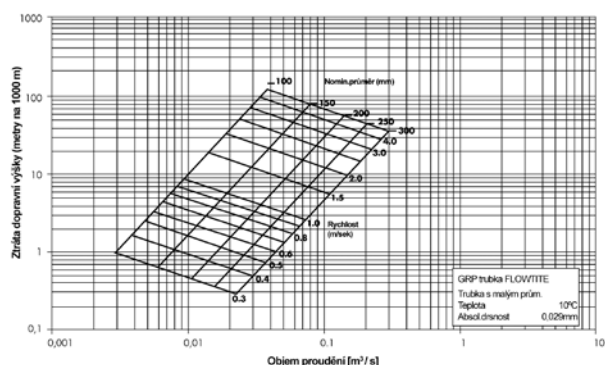
V závislosti na pracovní teplotě a typu pryskyřice použité při výrobě trubek a armatur může být při vysokých teplotách ovlivněna tlaková třída. Pro detaily kontaktujte, prosíme, výrobce. Na požádání jsou k dispozici speciální na míru šitá řešení pro aplikace za vysokých teplot.

6.10 Koeficient tepelné roztažnosti

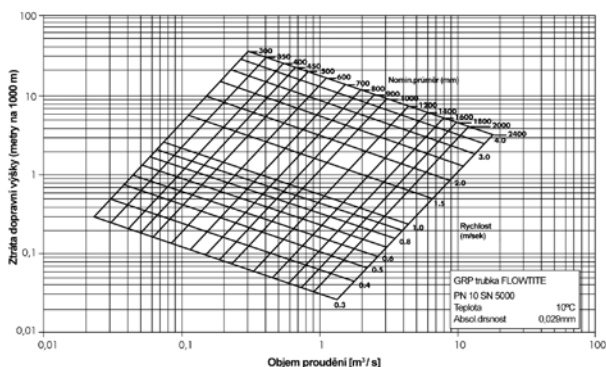
Koeficient tepelné roztažnosti pro axiální prodloužení a smrštění pro trubky Flowtite je 24 až 30 x 10⁻⁶ cm/cm/°C.

6.11 Koeficienty proudění

Na základě zkoušek provedených ve stávajících instalacích, může být Colebrook-Whiteův koeficient brán u trubek Flowtite jako 0,029 mm. To odpovídá Hazen-Wiliamsovu koeficientu proudění přibližně $C=150$. Manningův koeficient $n = 0,009$. Pro pomoc konstruktérovi se stanovením ztráty dopravní výšky při použití trubek Flowtite byly zajištěny obrázky níže.



Obrázek 6-2 Ztráta dopravní výšky – malé průměry



Obrázek 6-3 Ztráta dopravní výšky – velké průměry

6.12 Odolnost proti otěru

Odolnost proti otěru může být vztažena na jevy, které má písek nebo jiné podobné materiály na povrch trubek. Protože neexistuje normalizovaný postup nebo metoda hodnocení, byly trubky Flowtite vyhodnocovány pomocí metody Darmstadt-Rocker. Výsledky jsou silně ovlivněny typem použitého abrazivního materiálu použitého ve zkoušce. Při použití šterkopísku ze stejného zdroje, který používala universita v Darmstadtu, byla střední ztráta otěrem u trubek Flowtite 0,34 mm po 100 000 cyklech.

6.13 Vnější tlak pro zhroucení

Jestliže trubky jsou vystaveny vnějšímu tlaku, jako tomu je v nádržích, vztakových systémech, v moři, atd., odolnost proti zhroucení se může stát důležitou.

Minimální konečný tlak při zhroucení v barech

$$P_B = 2.5 \cdot \frac{E_H}{1 - \mu_{XY}^2 \mu_{YX}} \cdot \left(\frac{t_m}{r_m} \right)^3$$

Tlak pro vyboulení používá vzorec pro tenkostěnné trubky ($r/t > 10$). Závisí též na poměru průměr/ vzdálenost výztuží.

! Poznámka: Pro průmyslové použití je pro zhroucení obecně velmi dobře přijatelné 75 % minimálního konečného tlaku.

U trubek používaných v mořském prostředí, jako na dně námořních lodí použijte 30 % minimálního konečného tlaku při zhroucení.

6.14 Hydraulika

Trubky Flowtite mají mnoho hydraulických výhod, které nakonec vedou ke snížení poklesu tlaku, minimalizaci spotřeby energie pro čerpání a též zvyšují průtok potrubím.

Průtokové charakteristiky trubek Flowtite se dají srovnat s charakteristikami ocelových trubek různými způsoby.

6.15 Tok kapaliny

Trubky Flowtite mají proti kovovým trubkám několik výhod. Tyto výhody jsou:

- Hladký vnitřní povrch, z čehož plyne nižší pokles tlaku nebo nižší čerpací tlak. To vede ke značným úsporám nákladů.
- Vnitřní povrch zůstává hladkým i po letech provozu potrubí, což vede ke konstantnímu poklesu tlaku.
- Vnitřní povrch trubek Flowtite je větší než vnitřní povrch ocelových nebo termoplastických trubek, což vede k vyššímu výkonu, nižší rychlosti průtoku a nižším poklesům tlaku.

6.15.1 Snížení tlaku

Hladký vnitřek trubek Flowtite ve srovnání s povrchem ocelových trubek je velkou předností při snižování poklesu tlaku.

Po mnoho let vodní inženýři používali Hazen-Williamsův koeficient jako ukazatel hladkosti a dobré výkonnosti trubek.

Flowtite Hazen Williamův koeficient = 150

Trubky Flowtite mají další přednost v tom, že drsnost jejich vnitřního povrchu se v průběhu času nemění. Drsnost ocelových trubek nebo trubek z tvárné litiny se v průběhu času zvětšuje v důsledku koroze vnitřku a chemického napadení, což není případ trubek Flowtite.

6.15.2 Výpočty poklesu/ztráty tlaku

Všechny metody a vzorce používané pro kovové trubky mohou být použity i pro trubky Flowtite, vezmeme-li v úvahu takové charakteristiky jako je hladký vnitřní povrch, rozměry a materiálové vlastnosti.

Hazen-Williamsova rovnice.

Je použitelná pro vodní potrubí za podmínky plně turbulentního proudění

$$h_f = 240 \cdot 10^6 (100/C)^{1.85} (Q^{1.85}/d^{4.87})$$

kde h_f = koeficient tření m vody/100 m
 Q = rychlost proudění v l/sec
 ID = vnitřní průměr trubky, m
 C = Hazen-Williamsův koeficient drsnosti
 = 150 (typická hodnota pro laminátové trubky)
 L = Délka potrubí, m

Ztráta dopravní výšky pro všechny kapaliny

$$P = (h_f)(SG)/0.102$$

kde P = ztráta tlaku kPa
 SG = specifická hmotnost kapaliny

6.15.3 Manningova rovnice

Manningova rovnice se používá pro částečně zaplněné trubky na dopravu vody. Normálně je to případ gravitačních potrubí, odvodňovacích potrubí, a kanalizací, kde potrubí je jen pod vlivem výškového tlaku.

$$Q_m = (1000/n) (S)^{0.5} (A) R^{0.667}$$

kde Q_m = průtok, l/sec
 S = hydraulický gradient svahu = $(H_1 - H_2)/L$
 H_1 = protivodní výška, m
 H_2 = výška po proudu, m

L = délka potrubí, m
 A = příčný průřez trubek, m^2
 R = hydraulický poloměr, m = A/W_p
 W_p = smáčený obvod trubky, m
 n = Manningův koeficient drsnosti
 = 0.009 pro typické laminátové trubky.

6.15.4 Rovnice pro kapalinová potrubí

Obecná rovnice Darcy-Wesibachova rovnice
 Darcy-Wesibachova rovnice se používá pro všechny kapaliny s plným zaplněním průřezu

$$H_f = f L (v^2)/(2ID) g$$

kde H_f = pokles tlaku, Pa (N/m^2)
 g = gravitační zrychlení = $9.81 m/sec^2$
 f = koeficient tření
 L = délka potrubí, m
 v = rychlost kapaliny, m/s
 ID = vnitřní průměr trubky, m

6.15.5 Koeficient tření - vzorce

Koeficient tření je funkcí následujícího:

Hustota kapaliny
 Vnitřní průměr trubky
 Rychlost kapaliny
 Dynamická viskozita kapaliny

Tyto čtyři charakteristiky se v souhrnu nazývají R_e (Reynoldsovo číslo)

$$R_e = \frac{vID}{\mu}$$

kde v = rychlost kapaliny, m/s
 ID = vnitřní průměr trubky, m
 μ = dynamická viskozita kapaliny, Ns/m^2 (Pa s)

Je-li $R_e < 2000$ Proudění je laminární, pak

$$f = \frac{64}{R_e}$$

$R_e > 4000$ proudění je turbulentní, pak

$$1/f_t^{0.5} = -2 \log((e/ID)/3.7 + 2.51/(R_e)(f_t^{0.5}))$$

7 Výrobkový rozsah

kde f = koeficient tření
 K = absolutní drsnost vnitřního povrchu, m
 ID = vnitřní průměr trubky, m
 R_e = Reynoldsovo číslo

Tato rovnice vyžaduje řešení metodou pokus-chyba.
 Zjednodušení tohoto vzorce s přesností 1 % je:

$$f_i = (1.8 \log(R_e/7))^{-2}$$

6.15.6 Pokles tlaku v armaturách

Celková ztráta tlaku v armaturách může být vypočtena pomocí následující rovnice:

$$\Delta P = \sum K \cdot (v^2/2g)$$

kde k = koeficient odporu pro každý typ a konfiguraci armatury
 V = rychlost proudění v potrubí, m/s

6.15.7 Darcyho rovnice pro "menší ztráty"

Pro výpočet ztrát v potrubních systémech jak s třením v trubkách tak s malými ztrátami se použije:

$$\Delta P = (\sum K + f_i (L/ID)) (v^2/2g)$$

kde $\sum(k)$ = suma všech koeficientů tření "k" pro armatury v potrubí
 V = rychlost proudění
 g = gravitační konstanta

Popis	Koeficienty K
Standardní ohyb 90°	0.400
0-30° jednoduchý ohyb na pokos	0.150
45-60°, ohyb na dva pokosy	0.240
T kus, přímé proudění	0.400
T-kus, proudění do odbočky	1.400
T-kus, proudění z odbočky	1.700
Redukce jednoho rozměru	0.075
Redukce dvou rozměrů	0.075

Tabulka 6-5 Koeficienty tření pro armatury

Trubkové systémy Flowtite se dodávají ve jmenovitých průměrech v rozsahu od DN 80 do DN 4000. Větší a mezelehlé rozměry se dodávají na požadavek.

Standardní průměrový rozsah v mm je definován níže:

100 · 150 · 200 · 250 · 300 · 350 · 400 · 450 · 500 · 600 · 700 · 800 · 900 · 1000
 1100 · 1200 · 1400 · 1600 · 1800 · 2000 · 2200 · 2400 · 2600 · 2800 · 3000

V místě vyráběný standardní rozsah průměrů se liší podle výrobních zařízení. Pro detailní informaci, prosíme, neváhejte se spojit s kontaktní osobou na staveništi. Větší průměry než DN 3000 až do DN 4000 se dodávají na požadavek.

7.1 Třídy tuhosti

Tuhost trubky naznačuje schopnost trubky snášet vnější zatížení a negativní tlaky. To je známka její tuhosti.

Je to měřená odolnost proti prohnutí kroužku podle mezinárodních norem. Je to hodnota získaná dělením síly, potřebné pro prohnutí vzorku o 3 % (norma ISO) na jednotku délky vzorku. CEN a ISO definují tuhost následovně:

$$S = \frac{EI}{d_m^3}$$

kde S = tuhost trubky stanovená zkoušením
 E = zřejmý modul pružnosti
 I = druhý moment setrvačnosti na jednotku délky průřezu tloušťky stěny v m⁴ per m

$$I = \frac{t^3}{12}$$

kde t = tloušťka stěny trubky.

Podle amerických notem ASTM je tuhost trubky měřena při 5 % a vyjádřena jako $\frac{F}{\Delta_y}$ v jednotkách psi, je to tuhost trubky a ne specifická tangenciální počáteční tuhost "S", zmíněná dříve, kde F je zatížení na jednotku délky v librách na palec a Δ_y je vertikální prohnutí v palcích. Trubky Flowtite vykazují následující specifickou počáteční tuhost (EI/D^3) vyjádřenou v N/m².

8 Spojování trubek

Třída tuhosti SN	Tuhost (N/m ²)	Tuhost (ASTM) (psi)
2500	2500	18
5000	5000	36
10000	10000	72

Tabulka 7-1 Standardní třídy tuhosti

Jiné třídy tuhosti se dodávají na požadavek. Dodáváme též podle přání zákazníka konstruované trubkové systémy s tuhostí upravenou podle potřeb projektu.

7.2 Tlak

Naše trubky Flowtite mohou být dodávány podle níže uvedených tlakových tříd:

Tlaková třída PN	Jmenovitý tlak Bar	Horní mez průměrů
1 (gravitační)	1	3000
6	6	3000
10	10	2400
16	16	2000
20	20	1400
25	25	1400
32	32	1400

Tabulka 7-2 Standardní tlakové třídy

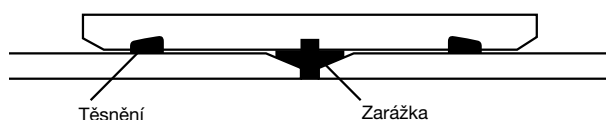
Ne všechny tlakové třídy se dodávají ve všech průměrech a tuhostech. Pro detailní informaci, prosíme, spojte se s naším místním výrobcem trubek Flowtite nebo s Amiantit Group. Též se dodávají podle přání zákazníka vyrobené trubky s tlakem přizpůsobeným potřebám projektu.

Klasifikace tlaků trubek byla stanovena podle konstrukčního přístupu nastíněného v mezinárodních normách. Trubky se posuzují při plném provozním tlaku, i když jsou uloženy do největší doporučené hloubky a bere se v úvahu i kombinované napětí uváděné v těchto normách.

7.3 Délky

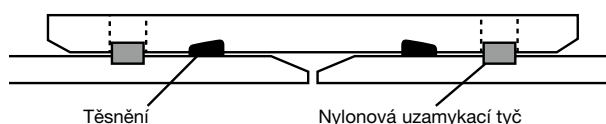
Standardní délky trubek Flowtite jsou 6 nebo 12m. Na požadavek se dodávají též individuálně požadované délky až do 24 m. Průměry menší než 300 mm jsou dodávány ve standardních délkách 6 m. Pro speciální objednávky mohou být trubkové systémy Flowtite též dodávány v jiných délkách.

Trubky Flowtite se obvykle spojují dohromady GRP spojkami Flowtite. Všechna řešení s GRP trubkami Flowtite mají osvědčený spojovací systém, který zaručuje práci systému po celou jeho předpokládanou životnost. Systém též nabízí řešení pro přechod na jiné materiály, jako je přípoj ventilů nebo jiného příslušenství. Trubky se obvykle spojují pomocí Flowtite GRP spojek založených na systému REKA. Trubky a spojky mohou být případně dodávány odděleně nebo předem nasazené na koncích trubek. Spojky mají elastomerové těsnění (systém REKA) uložené v přesně opracované drážce. Ve středu spojky mají též zarážku. Systém těsnění REKA se osvědčuje při používání již po více než 75 let.



Obrázek 8-1 Standardní GRP spojka

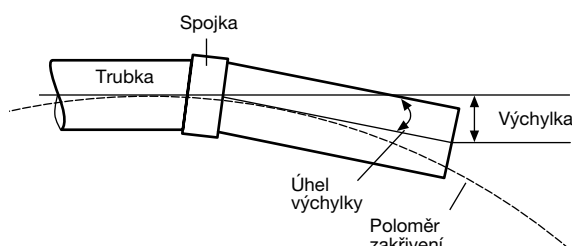
Systémy tlakových trubek s nevyváženými nebo axiálními silami vyžadují podepření opěrnými bloky nebo použití omezovacích spojovacích systémů. U standardních trubkových systémů se pro přenášení sil do zeminy používají opěrné bloky. Jiná metoda zahrnuje použití biaxiálních trubek a/nebo uzamykací spojovací systém, který spolehlivě absorbuje axiální síly. To často nahrazuje instalaci betonových bloků a dělá investici méně nákladnou a časově výhodnou.



Obrázek 8-2 Standardní uzamykací spoj

Úhlová výchylka spoje

Spoj je rozsáhle zkoušen a kvalifikován podle ASTM D4161, ISO DIS8639 and EN 1119. Maximální úhlová výchylka (otočení) v každém spoji se spojkou měřeno jako změna v poloze os sousedících trubek nesmí přesáhnout hodnoty uvedené v tabulce níže.



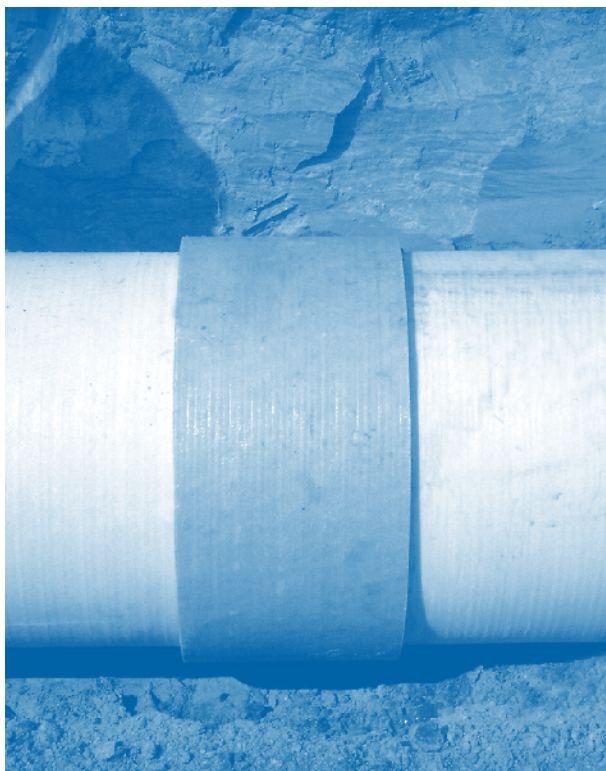
Obrázek 8-3 Výchylka a poloměr zakřivení

Jmenovitý průměr trubky (mm)	Tlak (PN) bar			
	Až 16	20 25		32
		Max. úhel vychylky (deg)		
DN ≤ 500	3.0	2.5	2.0	1.5
15 < DN ≤ 800	2.0	1.5	1.3	1.0
900 < DN ≤ 1800	1.0	0.8	0.5	0.5
DN > 1800	0.5	NA	NA	NA

Tabulka 8-1 Úhlová výchylna ve spoji s dvěma spojkami

Úhlová výchylna (deg)	Maximální výchylna (mm) při délce trubky			Poloměr zakřivení při délce trubky (m)		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
3.0	157	314	628	57	115	229
2.5	136	261	523	69	137	275
2.0	105	209	419	86	172	344
1.5	78	157	313	114	228	456
1.3	65	120	240	132	265	529
1.0	52	105	209	172	344	688
0.8	39	78	156	215	430	860
0.5	26	52	104	344	688	1376

Tabulka 8-2 Výchylna a poloměr křivosti

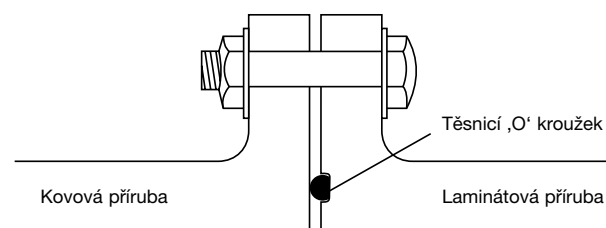


8.1 Jiné spojovací systémy

GRP Příruby

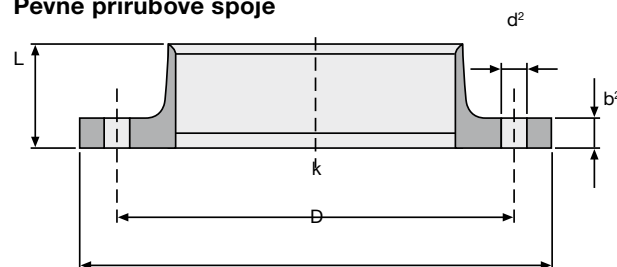
Standardní rozmístění šroubů, podle něhož jsou naše příruby vyráběny je podle ISO 2084. Jiné systémy dimenzování šroubů, jako AWWA, ANSI, DIN a JIS mohou být též dodávány. Voně točivé a pevné příruby jsou dodávány ve všech tlakových třídách.

Kontaktní lité přírubové spoje



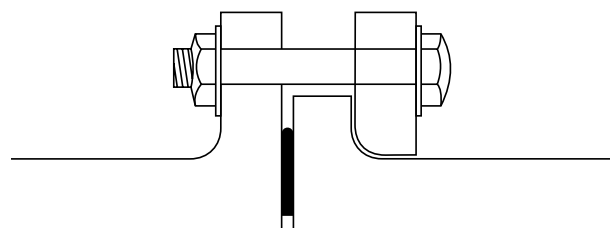
Obrázek 8-4 Přírubový spoj

Pevné přírubové spoje



Obrázek 8-5 Pevný přírubový spoj

Volně točivá prstencová příruba

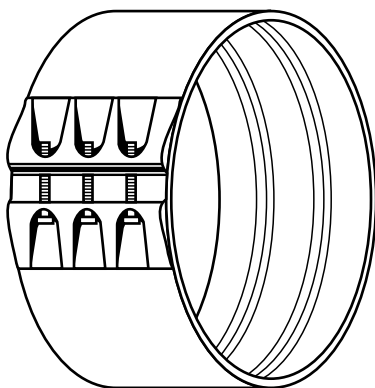


Obrázek 8-6 Volně točivá prstencová příruba s plochým těsněním včetně ocelové podpěry

Mechanické ocelové spojky

Při připojování trubek Flowtite na jiné materiály s odlišnými vnějšími průměry jsou pružné ocelové spojky jednou z preferovaných metod spojování. Tyto spojky se skládají z ocelového pláště s vnitřní gumovou těsnicí manžetou. Mohou se též používat pro spojování trubek Flowtite dohromady nebo pro uzavírací spojení. Běžně jsou k dostání tři druhy:

- Ocelový plášť s povlakem
- Plášť z nerezavějící oceli
- Žárově zinkovaný ocelový plášť

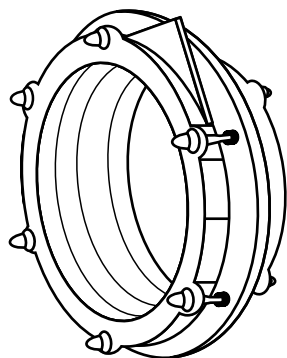


Obrázek 8-7 Pružná mechanická spojka

Mechanické spojky se používají pro spojování trubek z různých materiálů a pro přizpůsobení se přírubovým vývodům. Flowtite Technology zjistila u těchto spojek mnoho výrobních variant včetně rozměrů šroubů, počtu šroubů a konstrukce těsnění, které dělají standardizovaná doporučení neupotřebitelnými.

Používá-li se pro spojení Flowtite s jinými trubkovými materiály mechanický spoj, pak duální nezávislý systém šroubů dovoluje nezávislé utažení ze strany FLOWTITU, což zpravidla vyžaduje menší krouticí moment, než doporučuje výrobce spojek.

Má-li ten, kdo staví potrubí, v úmyslu použít specifickou konstrukci (typ a značku) mechanické spojky, radíme, aby před jejím zakoupením toto konsultoval s místním dodavatelem trubek Flowtite. Dodavatel trubek pak může poradit, za jakých specifických podmínek, pokud existují, by mohla být konstrukce vhodná pro použití s trubkami Flowtite.

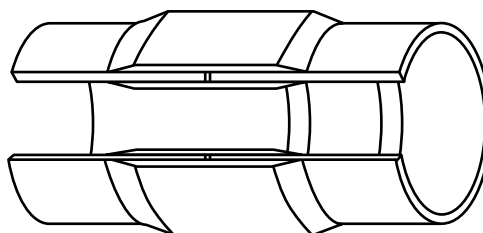


Obrázek 8-8 Mechanická spojka s dvojími šrouby

Laminované spoje (Překrývající objímka)

Laminované spoje jsou typické tam, kde je požadován přenos axiálních sil od vnitřního tlaku, nebo jako metoda opravy. Délka a tloušťka vložky závisí na průměru a tlaku.

Detailní informace o místní dostupnosti spojů a spojovacích systémů můžete požadovat na místním dodavateli.

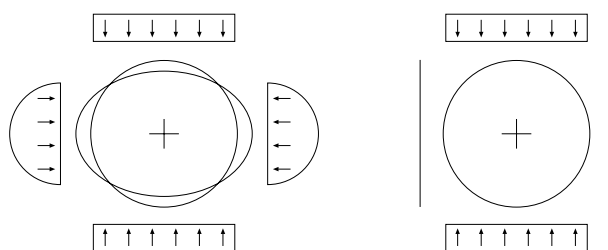


Obrázek 8-9 Laminovaný spoj

9 Volba klasifikace trubek

Volba trubek Flowtite je založena na požadavcích tříd tlaku a tuhosti. GRP je pružný materiál. Na rozdíl od betonu a jiných tuhých materiálů konstrukce trubek bere v úvahu přírodní zeminu a zásyp. Pružnost trubky kombinovaná s přirozeným konstrukčním chováním zemin zajišťuje všechny ideální kombinace pro přenášení vertikálního zatížení. Na rozdíl od tuhých trubek, které by se pod přílišným vertikálním zatížením mohly zlomit, pružnost trubek, kombinovaná s jejich vysokou pevností, dovoluje, aby se trubka ohnula a redistribuovala zatížení na okolní zeminu.

Tuhá a pružná potrubí



Obrázek 9-1 Pružné potrubí

Tuhé potrubí

Tuhost

Tuhost trubek Flowtite se volí z jedné ze tří tříd tuhosti uvedených níže. Třída tuhosti představuje minimální specifickou počáteční tuhost trubky (EI/D^3) v N/m^2 .

SN	N/mm^2
2500	2500
5000	5000
10000	10000

Tabulka 9-1 Třídy tuhosti

Tuhost se volí podle dvou parametrů. Jsou to (1)

podmínky zasypání, které zahrnují typ přírodní zeminy, typ zásypu a hloubku vrstvy, a (2) negativní tlak, pokud existuje.

Charakteristiky přírodní zeminy jsou charakterizovány podle ASTM D1586 Standardní zkouška penetrace. Některé typické hodnoty počtu úderů (blow count) týkající se typů zeminy a hustoty jsou uvedeny v **tabulce 9-2**.

V **tabulce 9-3** se nabízí velký rozsah typů zásypových zemin, aby se umožnilo každé instalaci, aby byla podle přání zákazníka zajištěna nejvyšší hospodárnost stavby. V mnoha případech se dá pro zásyp oblasti trubky použít přírodní zemina z výkopu.

Předpokládáme-li standardní konstrukci výkopu a dlouhodobé prohnutí 5 % pro průměry trubek 300 mm a větší a 4 % pro menší průměry, je v příručce FLOWTITU pro v zemi uložená potrubí uvedena maximální dovolená vrstva zasypání s uvažováním zatížení dopravou pro tři různé třídy tuhosti v šesti skupinách přírodních zemin průměru trubky.

Korelace mezi klasifikací zásypových zemin, skupinami přírodních zemin, tuhostí trubky a hloubkou zasypání je uvedena v "Příručce FLOWTITU pro v zemi zasypaná potrubí". Druhý parametr pro volbu třídy tuhosti trubky je negativní tlak, pokud existuje. **Tabulka 9-4** ukazuje, kterou třídu tuhosti je třeba zvolit pro různé velikosti negativního tlaku a zasypání.

Následující informace je částečným přehledem postupů pokládání; není určena k tomu, aby nahradila instrukce pro instalaci, které musí být u každého projektu dodržovány.

Skupina zemin	Granulární		Soudržné		Modul
	Počet úderů ¹	Popis	q_u kPa	Popis	M_{sn}
1	> 15	Kompaktní	> 200	Velmi tuhé	34.50
2	8 - 15	Lehce kompaktní	100 - 200	Tuhé	20.70
3	4 - 8	Sypká	50 - 100	Střední	10.30
4	2 - 4		25 - 50	Měkké	4.80
5	1 - 2	Velmi sypká	13 - 25	Velmi měkké	1.40
6	0 - 1	Velmi velmi sypká	0 - 13	Velmi velmi měkké	0.34

¹ Standardní zkouška penetrace podle ASTM D1586

Tabulka 9-2 Třídy tuhosti přírodních zemin. Hodnoty vázaného modulu, M_{sn}

Kategorie tuhosti zásypových zemin	Popis zásypových zemin
SC1	Drcená skála s < 5% písku, maximálně 25% podsítného prošlého sítím 9.5 mm a maximálně 5% jemné frakce ²⁾ .
SC2	Čistě hrubozrné zeminy: SW, SP1), GW, GP nebo jakékoli zeminy začínající jedním z těchto symbolů s 12% nebo méně jemné frakce ²⁾ .
SC3	Čistě hrubozrné zeminy s jemnými frakcemi: GM, GC, SM, SC nebo jakákoli zemina začínající jedním z těchto symbolů s 12% nebo více jemných frakcí ²⁾ . Písčité nebo štěrkopískové jemnozrné zeminy: CL, ML, (nebo CL-ML, CL/ML, ML/CL) s 30% nebo více zbytku na síti č. 200.
SC4	Jemnozrné zeminy: CL, ML, (nebo CL-ML, CL/ML, ML/CL) s 30% nebo méně zbytku na síti č. 200.
Poznámka: Symboly v tabulce jsou podle Unified Soil Classification Designation, ASTM D2487 ¹⁾ Homogenní jemný písek, SP, s více než 50% podsítného ze síti č. 100 (0,15 mm), je velmi citlivý na vlhkost a nedoporučuje se jako zásyp. ²⁾ % jemné frakce je váhový podíl částic zeminy, která projde sítím č. 200 s otvory 0,076 mm.	

Tabulka 9-3 Klasifikace typů zásypových zemin

DN mm	SN 2500			SN 5000			SN 10000		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
100	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
150	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
200	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
250	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
300	0.28	0.25	0.25	0.53	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
350	0.30	0.25	0.25	0.55	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
400	0.32	0.25	0.25	0.58	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
450	0.32	0.26	0.25	0.61	0.51	0.50	1.00	1.00	1.00
500	0.39	0.26	0.25	0.66	0.51	0.50	1.00	1.00	1.00
600	0.48	0.27	0.25	0.78	0.52	0.50	1.00	1.00	1.00
700	0.66	0.28	0.25	1.00	0.54	0.50	1.00	1.00	1.00
800	0.74	0.30	0.25	1.00	0.56	0.50	1.00	1.00	1.00
900	0.77	0.32	0.25	1.00	0.59	0.50	1.00	1.00	1.00
1000	0.82	0.36	0.26	1.00	0.64	0.51	1.00	1.00	1.00
1100	0.88	0.39	0.26	1.00	0.66	0.51	1.00	1.00	1.00
1200	0.95	0.46	0.26	1.00	0.77	0.52	1.00	1.00	1.00
1300	0.97	0.53	0.27	1.00	0.85	0.52	1.00	1.00	1.00
1400	1.00	0.62	0.28	1.00	0.98	0.53	1.00	1.00	1.00
1600	1.00	0.73	0.29	1.00	1.00	0.56	1.00	1.00	1.00
1800	1.00	0.77	0.32	1.00	1.00	0.59	1.00	1.00	1.00
2000	1.00	0.81	0.35	1.00	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00
2200	1.00	0.87	0.40	1.00	1.00	0.69	1.00	1.00	1.00
2400	1.00	0.94	0.45	1.00	1.00	0.76	1.00	1.00	1.00
2600	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.84	1.00	1.00	1.00
2800	1.00	1.00	0.55	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00
3000	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

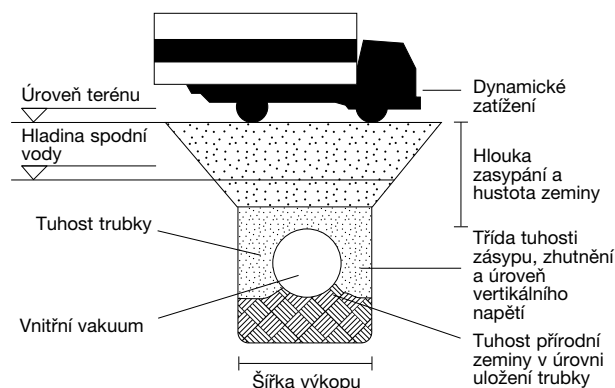
Tabulka 9-4 Maximální dovolený negativní tlak (bar) pro nezasypané trubky
– Délka trubek mezi podpěrami 3 m / 6 m / 12 m

10 Obecně o instalaci

Dlouhá životnost a dobrých výkonnostních charakteristik trubek Flowtite se dá dosáhnout jen správnou manipulací s trubkami a jejich instalací. Pro vlastníka, inženýra a dodavatele stavby je důležité pochopit, že laminátové trubky (GRP) jsou konstruovány tak, aby využívaly podepření ložem a zásypem oblasti trubky, které vyplývají z doporučených postupů instalace. Po značné zkušenosti inženýři zjistili, že vlastnosti kompaktních granulárních materiálů jsou ideální pro zasypávání GRP trubek. Trubka spolu s obklopujícím ji materiálem tvoří vysoce výkonný systém "trubka – zemina". Pro kompletní instrukce o instalaci, prostudujte Instrukce FLOWTITU pro v zemi uložená potrubí.

Následující informace je částí instalačních postupů. Není zamýšlena tak, že by měla nahradit instrukce pro instalaci, které musí být u každého projektu dodržovány.

Parametry návrhu instalace



Obrázek 10-1 Parametry návrhu instalace

Uložení

Lože ve výkopu, z vhodného materiálu, by mělo zajistit stejnoměrné a kontinuální podepření trubky.

Kontrola uložené trubky

Po uložení každé trubky musí být zkontrolováno maximální vertikální prohnutí. U trubek Flowtite je tento postup snadný a rychlý.

Instalované prohnutí průměru

Maximální dovolené počáteční prohnutí průměru (obvykle vertikální) musí být následující:
Maximální počáteční prohnutí

> DN 300	≤ DN 250
3 %	2.5 %

Tabulka 10-1 Třídy tuhosti

Maximální dovolené dlouhodobé prohnutí průměru je 5 % pro průměry 300 mm a větší a 4 % pro malé průměry. Tyto hodnoty se používají pro všechny třídy tuhosti.

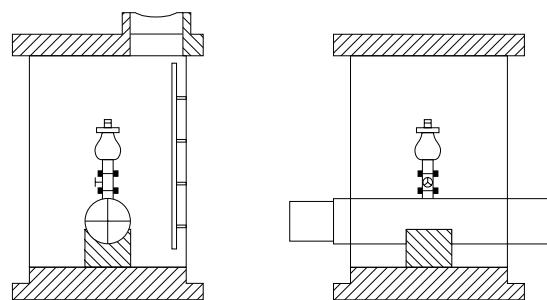
Vyboulení, ploché oblasti nebo jiné náhlé změny zakřivení tloušťky stěny nejsou dovoleny. Je třeba se vyhnout jakémukoli bodovému zatížení. Trubky, nainstalované mimo tato omezení se nemusí chovat tak, jak bylo zamýšleno.

Pro detaily viz "Příručka Flowtite pro instalaci potrubí uložených v zemi" a "Příručka Flowtite pro instalaci nadzemních potrubí"

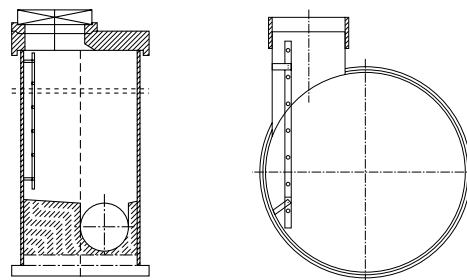
Průlezy/Ventilové komory

Průlezy provedené podle normy Flowtite a ventilové komory se přednostně používají pro ukládání kanalizačních systémů a uzavřených systémů tlakových trubek jakož i pro instalaci armatur a fittingů. Amiantit nabízí standardní průlezy, jakož i tangenciální průlezy. Standardní průlezy mají laminátovou hřídel spojenou se dnem průlezu a jsou vyrobeny podle místních předpisů. Výrobní rozsah našich průlezů je dobře znám pro jejich nízkou hmotnost a vysokou bezpečnost při vzlaku.

Konfigurace, umístění a rozměry vstupních a výstupních trubek spolu s vnitřními nosníky mohou být provedeny tak, aby se hodily pro místní podmínky. Přípoje trubek jsou těsné a mohou být vyrobeny tak, aby se hodily na jakoukoli kanalizační trubku. Jak sklon, tak úhel drenáže a umístění vstupu může být provedeno podle požadavku projektu.



Obrázek 10-2 Ventilové komory



Obrázek 10-3 Standardní a tangenciální průlezy

Armatury

Flowtite Technology vytvořila normalizovanou řadu GRP armatur, které jsou lité nebo vyrobené ze stejných materiálů, které se používají pro výrobu trubek Flowtite. Jednou z výhod trubek Flowtite je schopnost vyrábět široký sortiment armatur jak standardních, tak nestandardních.

Naše armatury Flowtite mohou být dodávány v tlakových třídách, uvedených níže:

Tlaková třída PN	Jmenovitý tlak Bar	Omezení horním průměrem
1 ((gravitační))	1	3000
6	6	3000
10	10	2400
16	16	2000
20	20	1400
25	25	1400
32	32	1400

Tabulka 10-2 Výrobový rozsah

Požadavky na opěrné bloky (obetonování)

Informace o armaturách, obsažené v této příručce je směřována k standardním v zemi uloženým trubkám Flowtite. Konstrukce armatur jsou založeny na tom, že armatury budou instalovány podle instrukcí FLOWTITU pro manipulaci s trubkami a pro trubky uložené do země. Tyto instrukce předpokládají, že axiální síly budou zachyceny silovými omezovači. Následující je shrnutí směrnice. Pro detail je třeba prostudovat instrukce pro instalaci FLOWTITU.

Omezovače tlaku

Když je potrubí natlačováno, na ohybech, redukcích, T-kusech, přepážkách a jiných změnách směru potrubí vznikají nevyvážené tlaky. Tyto síly musí být nějakým způsobem omezeny, aby se zabránilo oddělení spoje. Když okolní zemina nemůže zajistit takovéto omezení, musí být použit opěrný nebo napěťový/opěrný blok. Stanovení potřeby a konstrukce těchto omezovačů je na odpovědnosti inženýra vlastníka a podléhá následujícím omezením.

Opěrné bloky

Opěrné bloky musí omezovat posunutí armatury vzhledem k sousední trubce, aby se zachovala těsnost ve spoji se spojkou Flowtite. Výsledná hodnota úhlové odchylky musí být menší, než hodnoty uvedené. Blok musí obklopovat armaturu po celé její délce a obvodu a

měl by být umístěn, buď proti neporušené zemi, nebo zasypán materiálem pásma trubky, který je vhodný pro charakteristiky přírodní zeminy.

Tyto bloky se použijí pro:

- 1 Všechny ohyby, redukce přepážky a slepé příruby.
 - 2 T-kusy *, když odbočka je koncentrická s osou sběrné trubky.
- ! Poznámka*:** Není nutné zapouzdřovat připoje vývodů do betonu.

Vývody jsou odbočky T splňující následující kritéria:

- 1 Průměr vývodu < 300 mm.
- 2 Průměr sběrného potrubí > 3 násobek průměru vývodu.
- 3 Jestliže vývod není koncentrický a/nebo kolmý k ose sběrného potrubí, předpokládá se, že průměr vývodu je nejdelší sečná vzdálenost na tloušťce stěny sběrného potrubí na průsečíku vývod/trubka.

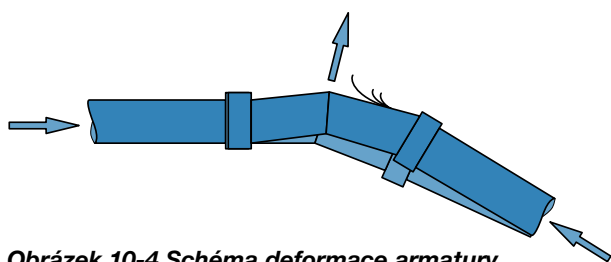
Blok musí úplně obklopovat armaturu po celé její délce a obvodu a měl by být umístěn buď proti neporušené zemi, nebo by měl být zasypán materiálem oblasti trubky s vhodnými charakteristikami přírodní zeminy. Tyto bloky jsou vyžadovány pro následující armatury, jestliže tlak přesahuje 100 kPa (1 bar):

- 1 Rozvětvení.
- 2 Armatury podle zákazníka, jak je zmíněno ve speciálních instrukcích.

Všeobecné instrukce

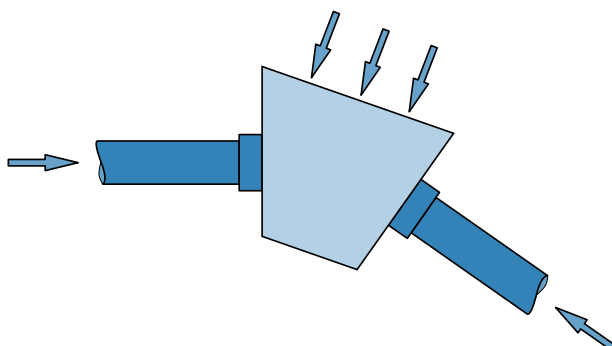
Standardní trubky a armatury Flowtite se spojují hrdlovými spojkami, které jediné mohou odolávat omezenému axiálnímu tlaku.

Jednou z nejobvyklejších metod zajištění odporu proti tlakovým silám je použití opěrných bloků. Odolnost je zajištěna přenášením tlakové síly do zeminy přes větší nosnou plochu bloku, takže výsledný tlak proti zemině nepřesahuje horizontální nosnou sílu zeminy. Konstrukce takovýchto bloků zahrnuje stanovení odpovídající nosné plochy bloku pro příslušnou sadu podmínek. Parametry vstupující do návrhu zahrnují velikost trubky, konstrukci, tlak, úhel ohybu (nebo konfiguraci použité armatury) a horizontální nosnou sílu zeminy. Dále jsou uvedena kritéria pro konstrukci nosného bloku.

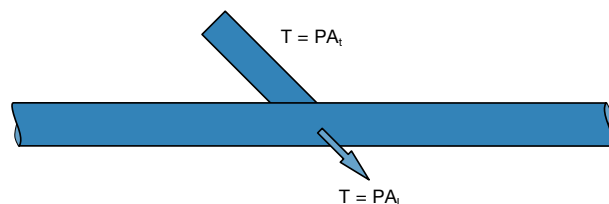
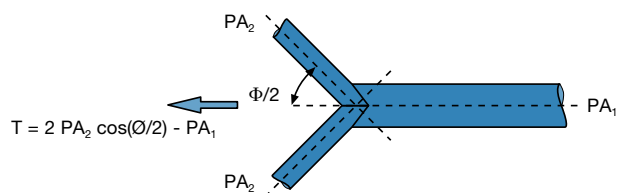
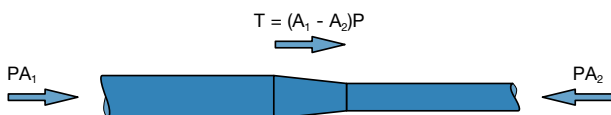
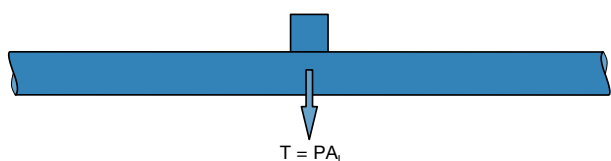
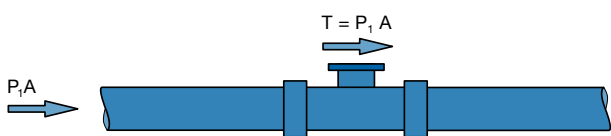
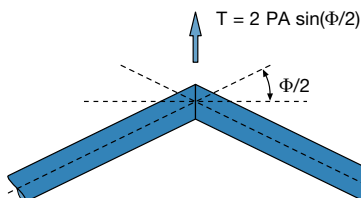


Obrázek 10-4 Schéma deformace armatury v důsledku tlakových sil

Aby se předešlo oddělení spoje nebo netěsnosti tlakové síly se obvykle zachycují v betonových opěrných blocích, které přenášejí zatížení na okolní zeminu:



Obrázek 10-5 Schematický pohled na reakce betonu

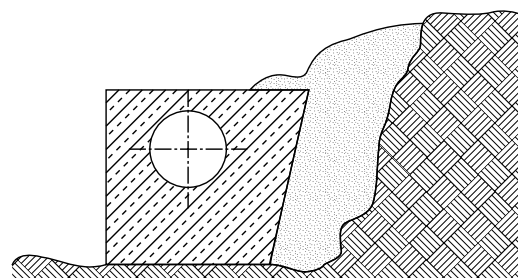


Obrázek 10-6 Tlakové síly

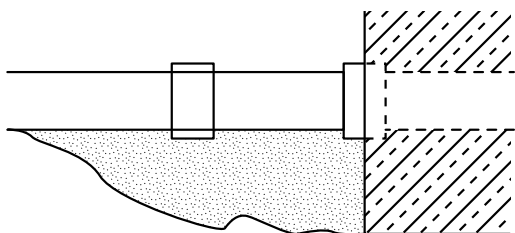
Konstrukce armatur vyráběných Flowtitem je založena na následujícím:

- Armatura musí být plně zalita betonem po celé její délce a obvodu. Naše armatury nejsou konstruovány pro částečné zalití.
- Pohyb opěrného bloku musí být omezen tak, aby mohl zachytit maximální deformaci od sousedícího spoje.
- Zasypané opěrné bloky přenášejí tlak přímo do zeminy přes přímou opěru.
- Část odporu je taky přidána třením zeminy.
- Nosná plocha by měla, kde je to možné, být umístěna proti neporušené půdě. Kde to možné není, výplň mezi nosnou plochou a neporušenou půdou musí být zhutněn na nejméně 90 % standardní Proctorovy hustoty.
- Velikost nosné plochy opěrného bloku závisí na tlakové síle a pevnosti zeminy:
 - $A_T = h \times b = T \times SF / \sigma$
 - kde h je výška bloku, b je šířka bloku, T je tlaková síla, SF je bezpečnostní koeficient (≈ 1.5) a σ je nosná síla zeminy.
- Tlaková síla by měla být založena na zkušebním tlaku potrubí, obvykle $1.5 \times PN$

Nosná plocha by měla být umístěna kolmo proti neporušené zemině a měla by být vystředěna ve směru působení tlaku proti potrubí.



Obrázek 10-7 Bod vzájemného působení mezi opěrným blokem a neporušenou zeminou



Obrázek 10-8 Poloha spoje u opěrných bloků

Hloubka zasypání po vrchol opěrného bloku by měla být nejméně rovna jeho výšce, aby se zabránilo smykovému porušení zeminy. Šířka opěrného bloku by měla být 1 až 2x výška, aby se zajistilo i rozdělení zatížení. Kde je to možné, spoj se spojkou musí být na rozhraní zalit do betonu.

Není-li to možné, musí být kolem trubky umístěny gumové vycpávky v místě, kde trubka vstupuje do betonové zálivky. Dobře zhutněte pod trubkou, abyste se vyhnuli diferenciálnímu sednutí a zpevnění oceli odolávající prasklinám. Potrubí by nemělo být zkoušeno tlakem, dokud beton nebude tvrdnout 7 dní.

Následující tabulka ukazuje tlak vypočítaný pro 1 bar a zkoušený na tlak 1.5* barů.

Pevnost půdy

Horizontální nosná síla půdy je velmi proměnlivá a závisí na soudržnosti a úhlu tření půdy. To se dá stanovit podle mechaniky zemin.

Tabulka uvádí nosnou sílu několika zemin. Pro příslušnou zeminu musí konstruktér zvolit správnou nosnou sílu.

Zemina	Nosná síla σ
	kN/m ²
Černozem	0
Měkký jíl	50
Naplavenina	75
Písková naplavenina	150
Písek	200
Pískovitý jíl	300
Tvrký jíl	450

Tabulka 10-4 Hodnoty nosné síly

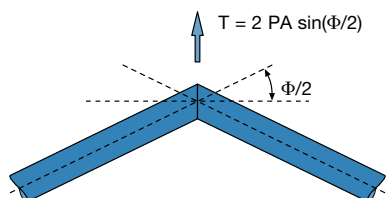
DN	Tlak jen pro 1 bar (kalkulace byly provedeny na základě zkušební tlaku 1.5* PN)						
mm	90	60	45	30	22.5	15	T-kus s odbočkou = ND
100	1.67	1.18	0.90	0.61	0.46	0.31	1.18
150	3.75	2.65	2.03	1.37	1.03	0.69	2.65
200	6.66	4.71	3.61	2.44	1.84	1.23	4.71
300	14.99	10.60	8.12	5.49	4.14	2.77	10.60
350	20.41	14.43	11.05	7.47	5.63	3.77	14.43
400	26.66	18.85	14.43	9.76	7.35	4.92	18.85
450	33.74	23.86	18.26	12.35	9.31	6.23	23.86
500	41.65	29.45	22.54	15.24	11.49	7.69	29.45
600	59.98	42.41	32.46	21.95	16.55	11.07	42.41
700	81.64	57.73	44.18	29.88	22.52	15.07	57.73
800	106.63	75.40	57.71	39.03	29.42	19.68	75.40
900	134.95	95.43	73.04	49.40	37.23	24.91	95.43
1000	166.61	117.81	90.17	60.98	45.97	30.75	117.81
1200	239.92	169.65	129.84	87.82	66.19	44.29	169.65
1400	326.55	230.91	176.73	119.53	90.10	60.28	230.91
1600	426.52	301.59	230.83	156.12	117.68	78.73	301.59
1800	539.81	381.70	292.14	197.58	148.93	99.64	381.70
2000	666.43	471.24	360.67	243.93	183.87	123.02	471.24
2200	806.38	570.20	436.41	295.16	222.48	148.85	570.20
2400	959.66	678.58	519.37	351.26	264.77	177.15	678.58
2600	1126.27	796.39	609.53	412.24	310.74	207.90	796.39
2800	1306.21	923.63	706.91	478.11	360.38	241.12	923.63
3000	1499.47	1060.29	811.51	548.85	413.70	276.79	1060.29

Tabulka 10-3 Tlak při tlaku 1 bar

Konstrukční příklad:

DN 600 PN 10 a 30° ohyb v písčitém jílu.

Tlaková síla je $T = 2 \cdot 1.5 \cdot 1 \cdot 280000 \sin(30/2)$
 $= 217 \text{ kN}$



Obrázek 10-9 Tlaková síla

Nosná pevnost je $\sigma = 300 \text{ kN/m}^2$.

$A_T = hxb = T FS/\sigma = 217 \cdot 1.5/300 = 1.1 \text{ m}^2$.

Koeficient podkladové reakce pro písčité jíl se dá předpokládat, že bude 70 kN/m^2 .

Tak se dá vypočítat pohyb:

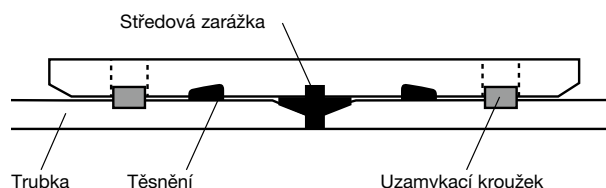
$D = 217/(1.1 \cdot 70) = 3 \text{ mm}$

Speciální instalace a systémy**Dvouosý trubkový systém****Spojování dvouosých systémů**

Při použití dvouosých systémů s vetknutými spoji neexistuje potřeba opěrných bloků. Z toho plyne nákladově efektivní a jednodušší řešení z hlediska instalace. Systém spojuje vysokou těsnicí schopnost spoje se systémem uzamykacího klíče pro přenášení axiálního tlaku na sousedící trubky.

Laminátové trubky vyráběné podle technologie Flowtite a specifikace procesu jsou pružné kompozitní trubky vyrobené ze zpevněného skleněného vlákna, vybraných plniv a tepelně vytvrzené, chemicky odolné polyesterové pryskyřice.

Dvouosé trubkové systémy Flowtite jsou konstruovány tak, aby snesly kromě tangenciálního zatížení i plnou axiální tlakovou sílu. Požadovaná axiální pevnost se dosahuje přidavkem sekaného vlákna. Axiální zatížení se přenáší od jedné trubky k druhé přes tlakové vetknuté (dvouosé) spoje systém tyč-drážka nebo laminátové spojky. Pro uzamykání spoje existuje zvýšená tloušťka stěny trubky v oblasti konce, aby se mohla umístit uzamykací drážka. Mimo oblasti spojovaného konce a pro laminátové spoje má trubka standardní vnější průměr (vhodný pro standardní spojky). Tloušťka navíc je vytvořena buď ručním laminováním nebo přímo na navíjecím stroji Flowtite.



Trubky jsou vyráběny zařízením Flowtite Technology pro kontinuální navíjení vláken CW3000 s řízeným nanášením materiálu, aby se zajistily homogenní vlastnosti každé trubky.

Aplikace

Trubky jsou konstruovány pro dopravu vody pod tlakem a gravitační tečení při uložení pod zemí.

Příklady:

- Dešťová voda
- Pitná voda
- Surová voda
- Zavlažování
- Doprava mořské vody
- Požární ochrana
- Chladicí voda
- Přírodní potrubí, atd.

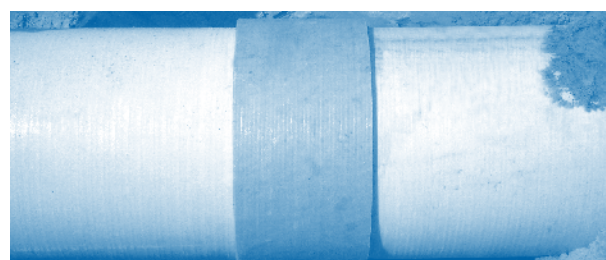
Kombinované systémy

Nevyvážené tlakové síly na armaturách a změny ve směru mohou být vyváženy pomocí vetknutých spojů zmíněných výše. Trubky jsou svázány dohromady, aby se zvýšila třecí síla spojených trubek a odolávala tlaku armatury. Tento tlak postupně klesá až na nulu ve vzdálenosti L , nazývané vetknutá délka. Za touto vetknutou délkou na trubku nepůsobí žádný tlak a proto může být použit standardní spoj.

Kapitola 7 AWWA M-45 uvádí rovnice pro výpočet vetknuté délky.

Pro horizontální ohyb

$$L_{\text{bend}} = \frac{PA \sin(\Delta/2)}{f(2W_s + W_p + W_u)}$$



kde: f = třecí odpor N/m
 W_e = hmotnost zemního krytu N/m
 W_p = hmotnost trubky N/m
 W_w = hmotnost kapaliny v trubce N/m

Pro přepážku nebo T-kus

$$L_{\text{bulk}} = \frac{PA}{f(2W_e + W_p + W_w)}$$

L je vetknutá délka na každé straně armatury.

Bezvýkopová instalace

Nynější rozrůstající se obydlené oblasti mohou učinit nepraktickým kopání výkopů a přerušování podpovrchových instalací, aby se instalovaly, nahrazovaly nebo renovovaly potrubní systémy. “Bezvýkopová technologie” zahrnuje vyložení stávajících trubek, nazývané “slip-lining”, kde je nová trubka instalována do stávající poškozené trubky. Může též zahrnovat technologii vrtání otvoru mikrotunelováním a zatlačení nebo “jacking” nové trubky do vytvořené dutiny. Flowtite Technology má výrobky/technologie pro splnění těchto potřeb.

Schopnost vyložení

Výrobní proces Flowtite je unikátní tím, že dovoluje snadnou výrobu výrobků podle přání zákazníka, aby se splnily specifické požadavky projektu. Schopností vyrábět průměry podle přání zákazníka může Flowtite vytvořit optimální velikost trubky, aby se hodila pro vnitřní průměr stávajícího potrubí. To zajistí maximální schopnost průtoku při umožnění snadné instalace.

Standardní trubky Flowtite mohou být smontovány mimo poškozenou trubku a pak zatlačeny dovnitř. To se dá provést i při malých průtocích (menších než 1/3 plného průtoku).

Pro zatlačení dlouhých úseků mohou být tlačné kroužky nasazeny na volné konce trubek, což dovoluje přenášet sílu až 40 t na metr obvodu pomocí spoje, aniž by se ovlivnila těsnicí schopnost. To je zvláště důležité pro modernizaci a renovaci tlakových potrubí. U velmi velkých průměrů (nad 1600 mm) může být trubka snadno přenášena pomocí rámu na káře a smontována v její “konečné poloze”.

Schopnost vyrábět proměnné délky (standardní délky jsou 6, 12 nebo 18 metrů) může dále napomoci snížení doby instalace. Zkrácená doba instalace znamená nižší náklady na výstavbu a méně “prostoje” pro potrubí, které je renovováno.

Charakteristické rysy & výhody

Průměr podle zákazníka

- Minimalizuje ztrátu vnitřního rozměru stávající trubky a maximalizuje průtokové schopnosti

Délky podle zákazníka

- Snadnější, rychlejší instalace, méně prostoje ve službě potrubí

K dispozici je i vsunování potrubí se spoji zarovnanými s povrchem, které dovolují těsné přilnutí k vnitřnímu povrchu stávající trubky, vnější průměr volného konce vsunovaného potrubí. Vsunování potrubí se zarovnanými povrchy je k dispozici pro SN 5000 a SN 10 000 v průměrech od DN 600 do DN 1900.

Mikrotunelování/ schopnost zatlačení

Trubky Flowtite navrhované pro mikrotunelování a zatlačování jsou GRP a betonové komposity, které mají přednosti vlastností obou materiálů. GRP část trubky zajišťuje vrstvu trubky odolávající korozi, která je určena pro tlak, zatímco použití betonu na vnější vrstvu má za úkol snést velmi vysoké síly potřebné pro “zatlačení”. Nyní je možné instalovat systémy tlakové vody a kanalizace pomocí bezvýkopové technologie.

Charakteristické rysy & výhody

Korozní odolnost

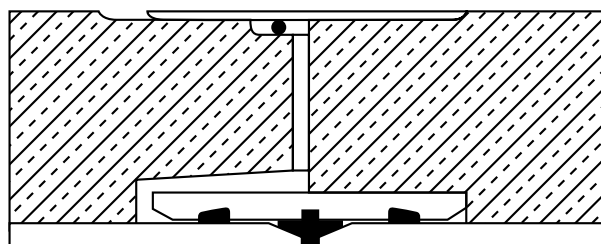
- Všechny výhody standardního trubkového materiálu Flowtite

Spojky Flowtite

- Tlaková klasifikace stejná jako u standardní technologie Flowtite

Vnější betonová vrstva

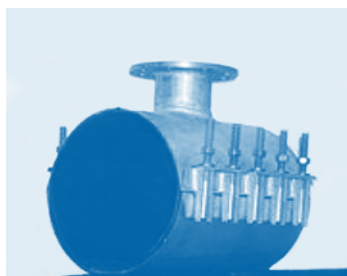
- Dovoluje, aby trubka byla “zatlačena” stejným způsobem jako ne-GRP trubky



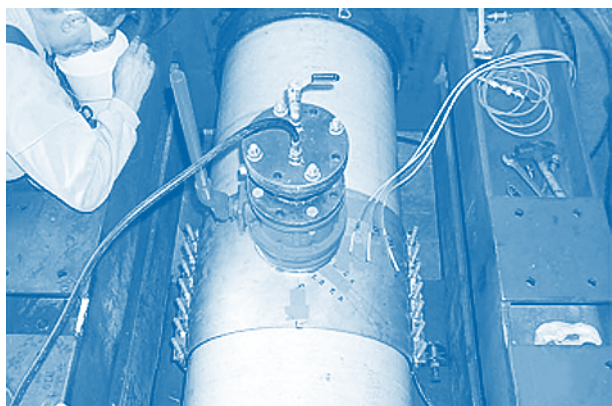
Obrázek 10-10 Zatlačovací systém Flowtite

Odbočování z hlavních vodních potrubí

Odbočování je proces připojování odboček ke stávajícímu potrubí. Pozornost musí být věnována provedení dobrého těsnění na potrubí a nepoškození trubky nebo odbočovacího nátrubku. Jako nejvhodnější pro Flowtite trubky se ukázaly odbočovací nátrubky z pružné nerezavějící oceli. Sestava odbočky musí být schopna odolávat tlaku 2xPN bez ztráty těsnosti nebo poškození trubky. Je důležité, aby moment na šroubu byl dostatečně vysoký, aby zajistil nepropustnost, ale nesmí být příliš vysoký, aby poškodil trubku. Je třeba poznamenat, že bylo zjištěno, že odbočovací nátrubky způsobují v GRP trubkách příliš vysoká napětí a jejich použití bychom se měli vyhnout. Odbočovací stroje mohou být poháněny ručně nebo motorem a musí být schopny odolat vnitřnímu tlaku v potrubí, jestliže se provádí odbočování "při provozu". Dopředný posuv by neměl být větší než 0,5 mm za otáčku, abychom se vyhnuli poškození trubky. Řezací nástroj může být z oceli nebo pokrytý diamantem a měl by mít zuby blízko sebe. Prosíme, konzultujte s dodavatelem detailní instrukce a doporučené značky odbočovacích nátrubků.



Obrázek 10-11 Doporučené odbočovací nátrubky pro GRP trubky



Obrázek 10-12 Zkoušení tlakem sestavy nátrubku a ventil

Instalace pod vodou

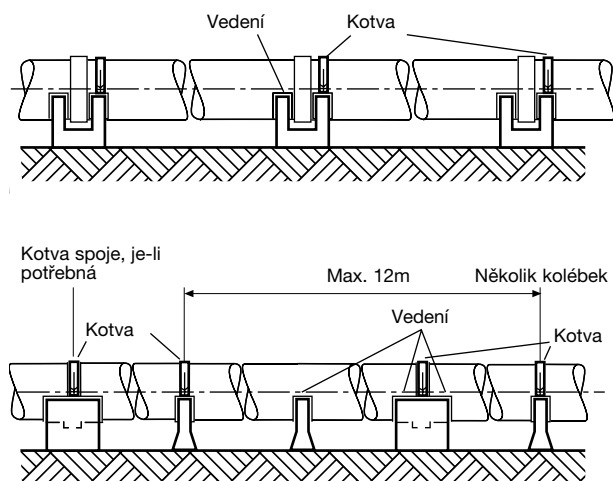
GRP trubky se často instalují pod vodou, zvláště přírodní a odpadní potrubí. Často je vhodné, aby trubky byly spojovány dohromady a otaženy na místo, kde mají být instalovány. Postup instalace se může lišit. Flowtite zajistí specifické instrukce pro instalaci pro každý projekt.

Obrázky níže ukazují některé z nedávných instalací.

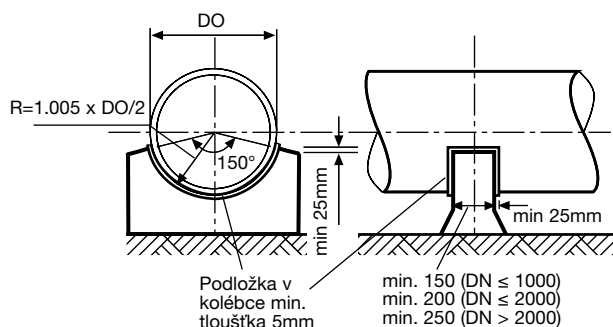


Nadzemní instalace

Standardní trubky Flowtite mohou být instalovány nad zemí. Trubky mohou být, buď zavěšeny, nebo položeny na podpěrách. Pro správnou instalaci nadzemních systémů Flowtite zajistil kompletní manuál pro instalaci. U trubek použitých při této aplikaci by měla být provedena opatření pro zachycení nevyvážených sil v armaturách. V důsledku nízké hodnoty koeficientu tepelné roztažnosti, i když je mnohem vyšší než u podzemních systémů, rozdíl teplot nemá velký vliv. Efekt je zachycen systémem spojů a typem podepření.



Obrázek 10-13 Typické uspořádání podepření



Obrázek 10-14 Konstrukce kolébkové podpěry

11 Příloha A / Ekologický průvodce pro trubky

Následující průvodce byl sestaven z údajů o odolnosti proti korozi, získaných od výrobců pryskyřic. Při volbě výrobku by měly být brány v úvahu požadavky a specifikace individuálních projektů. Maximální teplota 50 °C, pokud není uvedeno jinak. Chemikálie zde neuvedené by měly být konzultovány se zástupcem FLOWTITU.

! Poznámka: Tento průvodce není zamýšlen jako základní průvodce, uvažujeme-li o trubkách Flowtite. Konečné stanovení vhodnosti příslušného pryskyřicového systému pro dané prostředí je na zákazníkov. Tento seznam je založen na informacích dodaných výrobcí pryskyřic, kteří zajišťují výrobu FLOWTITU svými materiálem.

	Pryskyřice nebo vinylester pro standardní trubky	Jen vinylester	Nedopor- učuje se
Kyselina octová <20%		•	
Kyselina adipová		•	
Kamenec (Síran hlinito-draselný)	•		
Achlorid hlinitý, vodní roztok	•		
Čpavek, vodní roztok <20%		•	
Chlorid amonný, vodní roztok (40°C)	•		
Fluorid amonný			•
Dusičnan amonný vodní roztok (40°C)	•		
Fosforečnan amonný jednosytný, vodní roztok	•		
Síran amonný, vodní roztok	•		
Anilin, vodní roztok		•	
Chlorid antimonitý			•
Uhlíčan barnatý		•	
Chlorid barnatý		•	
Síran barnatý		•	
Kapalný řepný cukr		•	
Kyselina Benzen Sulfonová Q(10 %)*		•	
Kyselina benzoová*		•	
Černá kapalina (papírenství)		•	
Bělídko			•
Borax		•	
Kyselina boritá		•	
Brom, Vodní roztok 5 %*		•	
Kyselina máselná, < 25% Q40°C)**		•	
Sírník vápenatý**	•		
Uhlíčan vápenatý	•		
Chlorečnan vápenatý, vodní (40°C)	•		
Chlorid vápenatý (nasycený)	•		
Hydroxid vápenatý, 100%		•	
Chlornan vápenatý*		•	
Dusičnan vápenatý (40°C)	•		
Síran vápenatý NL AOC	•		
Kapalný třtinový cukr		•	
Oxid vápenatý, vodní	•		
Tetrachlorid vápníku			•
Kasein	•		
Hydroxid draselný (KOH)			•
Chlór, suchý plyn*		•	
Chlórová voda*		•	
Chlór, vlhký plyn**		•	
Kyselina chlorocetová			•

	Pryskyřice nebo vinylester pro standardní trubky	Jen vinylester	Nedopor- učuje se
Kyselina citronová, vodní roztok (40°C)			•
Octan měďnatý, vodní roztok (40°C)	•		
Chlorid měďnatý, vodní roztok	•		
Kyanid měďný (30°C)	•		
Dusičnan měďnatý, vodní roztok (40°C)	•		
Síran měďnatý, vodní roztok (40°C)	•		
Surová ropa (kyselá)*		•	
Surová ropa (sladká)*		•	
Crude Oil, Salt Water Q25°C)*		•	
Cyclohexan			•
Cyclohexanol			•
Dibutyl Sebacate**	•		
Dibutylphthalát**	•		
Palivo pro diesellové motory*	•		
Diocetyl ftalát**	•		
Etylenglycol	•		
Chlorid železitý, vodní roztok	•		
Dusičnan železitý, vodní roztok	•		
Síran železitý, vodní roztok	•		
Hlorid železnatý	•		
Dusičnan železnatý, vodní roztok**	•		
Síran železnatý, vodní roztok	•		
Formaldehyd			•
Topný olej*	•		
Zemní plyn, metan			•
Benzín, Etyl*		•	
Glycerin		•	
Zelená kapalina, papírenství			•
Hexan*		•	
Kyselina bromovodíková			•
Kyselina chlorovodíková až do 15 %	•		
Kyselina fluorovodíková			•
Sirovodík, suchý		•	
Kerosen*		•	
Kyselina mléčná, 10%	•		
Kyselina mléčná, 80% (25°C)	•		
Kyselina laurová	•		
Laurylchlorid		•	
Laurylsulfát**	•		
Octan olovnatý, vodní roztok	•		
Dusičnan olovnatý, vodní roztok(30°C)	•		
Síran olovnatý	•		

Tedy tento průvodce zajišťuje jen obecnou informaci a nezahrnuje žádné schválení jakékoli aplikace, protože Flowtite Technology nemá žádnou kontrolu podmínek použití ani žádné prostředky pro identifikaci prostředí, jimž trubky mohou být neúmyslně vystaveny.

	Přyskyřice nebo vinylester pro standardní trubky	Jen vinylester	Nedopor- učuje se
Lněný olej*	●		
Bromid lithný, vodní roztok (40°C)**	●		
Chlorid lithný, vodní roztok (40°C)**	●		
Uhličitan hořečnatý, vodní roztok (40°C)**	●		
Uhličitan hořečnatý (40°C)*	●		
Chlorid hořečnatý, vodní roztok (25°C)	●		
Dusičnan hořečnatý, vodní roztok (40°C)	●		
Síran hořečnatý	●		
Chlorid manganatý, vodní roztok (40°C)**	●		
Síran manganatý vodní roztok (40°C)**	●		
Chlorid rtuťnatý, vodní roztok**	●		
Chlorid rtuťný, vodní roztok	●		
Minerální oleje*	●		
n-Heptan*		●	
Naftalin*		●	
Těžký benzín*		●	
Chlorid nikelnatý, vodní roztok (25°C)	●		
Dusičnan nikelnatý, vodní roztok (40 °C)	●		
Síran nikelnatý, vodní roztok (40°C)	●		
Kyselina dusičná			●
Kyselina olejová	●		
Kyselina šťavelová, vodní roztok	●		
Ozon, plyn			●
Parafin*	●		
Pentan			●
Kyselina chloristá		●	
Ropa, rafinovaná a surová*		●	
Kyselina fosforečná		●	
Kyselina fosforečná (40°C)	●		
Kyselina ftalová (25°C)**		●	
Manganistan draselný, 25%		●	
Uhličitan draselný**	●		
Bromid draselný, vodní roztok (40°C)	●		
Chlorid draselný, vodní roztok	●		
Dvojchroman draselný, vodní roztok	●		
Ferokyanid draselný (30°C)**	●		
Ferokyanid draselný, vodní roztok (30°C)**	●		
Dusičnan draselný, vodní roztok	●		
Síran draselný (40°C)	●		

	Přyskyřice nebo vinylester pro standardní trubky	Jen vinylester	Nedopor- učuje se
Propylenglycol (25°C)	●		
Mořská voda	●		
Odpadní vody (50°C)	●		
Silikonový olej	●		
Dusičnan stříbrný, vodní roztok	●		
Bromid stříbrný, vodní roztok	●		
Chlorid sodný, vodní roztok	●		
Dvojchroman sodný		●	
Kyselý fosforečnan sodný**	●		
Ferokyanid sodný	●		
Hydroxid sodný 10%		●	
Monofosfát sodný**	●		
Dusičnan sodný, vodní roztok	●		
Dusitan sodný, vodní roztok,**	●		
Křemičitan sodný		●	
Síran sodný, vodní roztok	●		
Sírník sodný		●	
Tetraboritan sodný		●	
Chlorid cínčitý, vodní roztok,*	●		
Chlorid cínatý, vodní roztok	●		
Kyselina stearová*	●		
Síra			●
Kyselina sírová, <25% (40°C)*		●	
Kyselina tříslá, vodní roztok	●		
Kyselina vinná		●	
Toluene Sulfonic Acid**		●	
Tributylfosfát			●
Trietanolamine			●
Trietylamine			●
Terpentýn			●
Močovina, (vodní roztok)**		●	
Ocet		●	
Destilovaná voda		●	
Mořská voda	●		
Voda z vodovodu	●		
Cvhlid zinečnatý, vodní roztok	●		
Dusičnan zinečnatý, vodní roztok**	●		
Síran zinečnatý, vodní roztok	●		
Sírník zinečnatý, vodní roztok (40°C)**	●		

* Nemůže být použito stávající typ EPDM těsnění. Doporučuje se použití těsnění typu FPM, nebo konzultujte vašeho místního dodavatele těsnění.

** Není doporučeno Flowtite Technology, konzultujte vašeho místního dodavatele těsnění na slučitelnost.

Tato příručka je míněna jen jako průvodce. Všechny hodnoty uvedené ve výrobních specifikacích jsou hodnotami jmenovitými. K nevyhovujícím výsledkům výrobku může dojít v důsledku změn v prostředí, odchylek ve výrobních postupech nebo v důsledku interpolací údajů. Velmi doporučujeme, aby personál používající tyto údaje měl speciální školení a zkušenost v používání těchto výrobků a jejich normálních podmínek instalace a provozu. Před instalováním výrobků by měl být konzultován technický personál, aby se zajistila vhodnost výrobků pro jejich zamýšlený účel a použití. Tímto prohlašujeme, že nepřijímáme žádnou odpovědnost a že nebudeme považováni za odpovědné za jakékoli ztráty nebo škody, které mohou vzniknout z instalace nebo použití jakéhokoli výrobku uvedeného v této příručce, protože jsme nestanovili stupeň péče požadovaný pro instalaci nebo službu výrobku. Vyhrazujeme si právo na revizi těchto údajů podle potřeby a bez oznámení. Vítejte poznámky, týkající se této příručky.

Technologie Flowtite je celosvětově vlastněna a licencována společností Amiblu. Více informací včetně kontaktních údajů najdete na www.amiblu.com.

Amiblu®

Distribuuje:

Amiblu Technology AS

Østre Kullerød 3
3202 Sandefjord
Norsko
T: + 47 971 00 300
info.technology@amiblu.com
www.amiblu.com