PARAFIL ® ВЪЖЕ

Физически свойства

Технически бележки издание А (януари 2017)

1. PARAFIL® типове

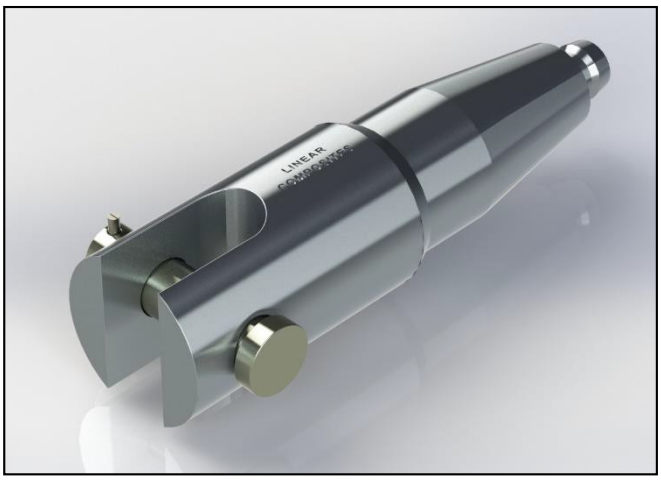
Parafil® въжетата се състоят от ядро от плътно опаковани високоякостни синтетични влакна, разположени успоредно едно до друго, обвити в здрава и издръжлива полимерна обвивка.

Структурата от паралелни влакна осигурява на PARAFIL® въжетата висока якост и технически характеристики, съчетани с отличен показател на износване при опън и ниски стойности на разтегляне.

За да се възползвате от изключително високите нива на ефективност, предлагани от Parafil® въжето, то трябва да се използва в комбинация със собствени накрайници на Linear Composites. Функционирането, употребата и поддръжката на накрайниците за Parafil® въжето са разгледани подробно в раздела, посветен на тях в края на този документ.

Предлагат се три стандартни типа накрайници: „Вилка“ (виж фиг. 1), „Ухо“ и предварително напрегнати накрайници, също така персонализирани дизайни могат да бъдат произведени, за да отговарят на специфичните изисквания на клиента.

Фигура 1 ~ Parafil® накрайник за въже във формат “ Ухо”



Съществуват три основни типа Parafil®, определени основно от вида влакна, използвани в ядрото – типове A, F и G. За всеки от тях има избор на обвивка от три стандартни материала (други материали могат да се използват при специални условия). Гамата продукти е дадена в табл. 1.

Таблица 1 ~ Стандартни конфигурации на Parafil® въже

Тип прежда	Материали на обвивката и типове			
	Полиетилен	Полиетилен	Полиестер	Огнезащитен
	(LDPE)	ко-полимер (EVA)	еластомер (Hytrel)	омрежен полимер
Полиестер с висока здравина	тип A	тип A (C)	тип A (H)	тип A (X)
Арамид стандартен коефициент	тип F	тип F (C)	тип F (H)	тип F (X)
Арамид висок коефициент	тип G	тип G (C)	тип G (H)	тип G (X)

Тип A въжетата използват високоякостни полиестерни влакна в ядрата. Тези влакна предлагат висока якост на опън, ниска плътност и отлична устойчивост на циклично натоварване, съчетано с много висока устойчивост на влияния на околната среда и дълготрайност при работа.

Тип F въжетата използват в ядрата влакна Арамид стандартен коефициент (Kevlar®). Тези влакна предлагат много висока якост на опън, висок коефициент на еластичност, много ниска плътност, малки стойности на пълзене и много ниска чувствителност към температурата.

Тип G въжетата използват в ядрата влакна Арамид висок коефициент (Kevlar®). Тези влакна предлагат много висока якост на опън, изключително висок коефициент на еластичност, много ниска плътност, малки стойности на пълзене и много ниска чувствителност към температурата.

Специално формулиран полиетилен с ниска плътност е най-често използвания тип обвивка. Изпълнението му е подходящо за повечето общи приложения. Полиетиленовата ко-полимерна обвивка е по-гъвкава и често се използва, когато се изисква ниска температура. Полиестерните еластомерни обвивки са подходящи, когато клиентите изискват по-висока устойчивост на износване и повишени температури. Обвивки от омрежени полимери се използват, за постигане забавяне на пламъка, например за продукти, използвани в подземни приложения.

Linear Composites Limited
Vale Mills
Oakworth
Keighley, West Yorkshire
BD22 0EB, UK

Phone: +44 (0) 1535 643363
Fax: +44 (0) 1535 643605

Email: sales@linearcomposites.com
Web: www.linearcomposites.com

Стандартната гама от Parafil® въжета и техните основни технически характеристики са показани в следващите таблици 2 и 3. Трябва да се отбележи, че типове F и G като размери са идентични, така те имат обща таблица. Други размери и дължини въжета (не показани тук) са на разположение за да отговорят на специфичните изисквания на клиентите.

Таблица 2 ~ Основни характеристики на тип А Parafil® въжета

Номинално натоварване на скъсване (NBL) (тонове)	Номинален диаметър (mm)	Номинален диаметър на ядро от влакна (mm)	Сечение на ядрото от влакна (mm^2)	Приблизително тегло във въздуха (kg/100m)	Очаквано тегло в морска вода (залято ядро) (kg/100m)
0.3	4	3.0	5.19	1.2	-
0.5	7	3.7	7.97	3.7	0.05
1	8.5	5.3	15.94	5.4	0.2
2	11	7.5	31.88	9.4	0.5
3.5	13.5	10	55.8	14.5	2.1
5	17	12	79.7	22	2.1
7.5	20	15	119.6	30	4.6
10	22	17	159.4	37	5.0
15	27.5	22	239.1	56	7.5
20	31	24	318.8	73	9.3
30	36	29	478.2	99	13.4
50	47	39	797	165	25
60	53	42	956	215	32
100	64	56	1594	310	77
200	90	77	3188	622	143
250	99	86	3985	763	153

Таблица 3 ~ Основни характеристики на тип F и G Parafil® въжета
(Заб.: Тип G въжетата имат по-висок коефициент на еластичност от тип F въжета, но другите характеристики за ефективност са идентични.)

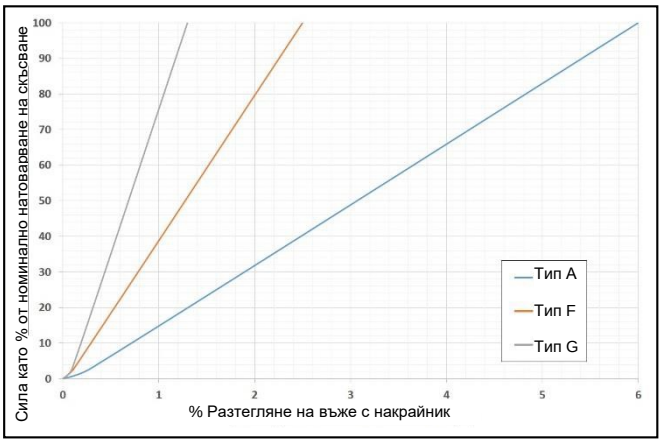
Номинално натоварване на скъсване (NBL) (тонове)	Номинален диаметър (mm)	Номинален диаметър на ядро от влакна (mm)	Сечение на ядрото от влакна (mm^2)	Приблизително тегло във въздуха (kg/100m)	Очаквано тегло в морска вода (залято ядро) (kg/100m)
0.75	4	3	4.8	1.2	-
1.5	7	4	7.64	3.7	0.13
3	8.5	5.4	15.28	5.4	0.34
4.5	9.5	6.6	22.92	6.9	0.6
6	11	7.6	30.55	9.1	0.8
8	13	8.9	40.73	12.9	1.5
10.5	13.5	10	53.47	14.9	2.6
15	17	12.5	76.38	21.5	3.7
22.5	20	15	114.6	30	5.8
30	22	17	152.8	37	7.2
45	27.5	21.5	229.2	60	7.5
60	31	24	305.5	72	8.2
90	36	29	458.3	100	16
150	47	39	763.8	170	29

(*Parafil® въжетата се състоят от плътно пакетирано ядро от цилиндрични нишки, което означава, че винаги има въздушно пространство в ядрото, което е около 25-30% от площта му на напречното сечение. Ако въжетата са запечатани, за да се предотврати навлизането на вода, те ще плуват във вода. Ако въжетата се оставят да се наситят напълно, теглото им ще се измерва както е показано.)

2. Свойства на опън

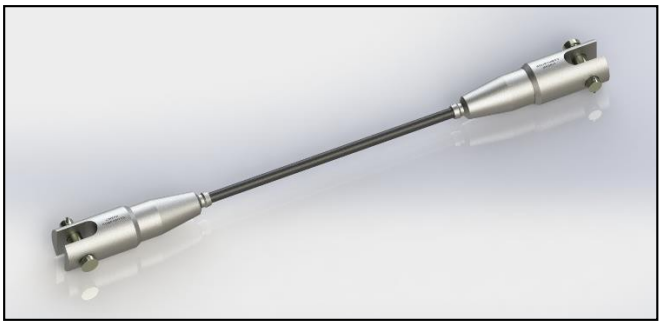
Кривите на характеристиката натоварване-разтегляне на трите основни типа Parafil® въжета са показани на фиг. 2. Тези данни са получени след предварително опъване до 60% от номиналното натоварване на скъсване и след това 1 час релакс, използвайки Parafil® накрайници, монтирани във всеки край на тестовата дължина (показано на фиг. 3).

Фигура 2 ~ Криви Натоварване-Разтегляне за тип А, F и G Parafil®



(Заб: По-детайлни криви натоварване-разтегляне са на разположение при Linear Composites Ltd.)

Фигура 3 ~ Накрайник за Parafil® въже, проба използвана за изпитване на опън.



Основните свойства на опън за трите основни типа Parafil® въжета са представени в таблица 4. Свойствата на опън се определят единствено от вида и количеството влакна, използвани в ядрото и са независими от типа на обвивката. Стойностите

Linear Composites Limited
Vale Mills
Oakworth
Keighley, West Yorkshire
BD22 0EB, UK

Phone: +44 (0) 1535 643363
Fax: +44 (0) 1535 643605

Email: sales@linearcomposites.com
Web: www.linearcomposites.com

се основават на действителната работна площ на напречното сечение на влакната в ядрото на въжето.

Таблица 4 ~ Якост на опън и коефициент на еластичност на Parafil® въжета

PARAFIL® въже	Якост на опън при NBL $kNmm^{-2}$	Коефициент на еластичност (Young's) $kNmm^{-2}$
тип A	0.6	9.8
тип F	1.9	77.7
тип G	1.9	125.6

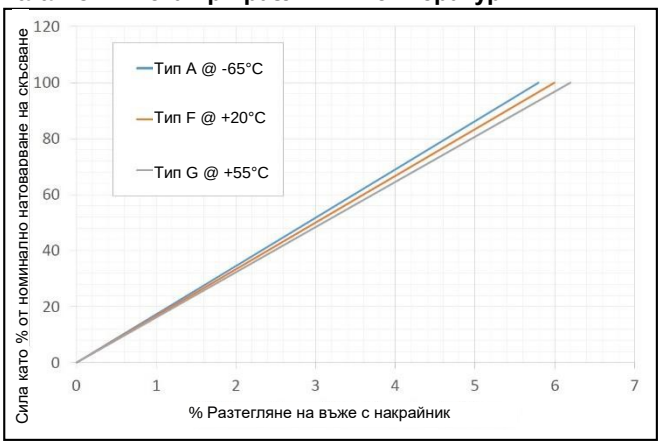
(Заб: Всички Parafil® въжета тип А имат еднакви ядра и от това еднакви свойства на опън. Това важи също и за сериите F и G на Parafil®.)

3. Влияние на температурата

Гамата Parafil® въжета имат изключително добра устойчивост на въздействие на температура. Типове F и G арамидни въжета, по-специално, претърпяват много малки изменения на техническите характеристики при промяна на температурата.

При контролирани лабораторни изпитвания на температури между – 65 °C и + 55 °C тип А Parafil® въжетата са претърпяли изключително малки промени на натоварване на скъсване и са настъпили минимални изменения в разтеглянето, както е показано на фиг. 4.

Фигура 4 ~ Криви Натоварване-Разтегляне за тип А Parafil® въжета при различни температури



След продължително излагане на високи температури, от 80 °C до 100 °C, полиестерните влакна ще са претърпели минимални постоянни промени в механичните свойства, но ако влакната се изпитват при тези температури, те ще покажат малки намаления на якостта. (Важно е да се прави разлика между: **1.** ефекта на излагане на влакната на високи температури и изпитване при висока температура, и **2.** ефекта от излагане на високи температури за период от време, но тестване при нормални температури). Ако се изложат на висока температура, ще се установи, че полиестерните влакна започват да се топят при 260 °C.

При контролирани лабораторни изпитвания на температури между – 40 °C и + 80 °C тип F Parafil® въжетата са претърпявали незабележими изменения на механичните свойства. Арамидни влакна изложени на температура от 150°C за продължителен период от време не показват видими изменения на остатъчната якост след връщане при стайна температура. Арамидни влакна показват загуба на якост от само 5% след излагане температура от 200 °C за повече от 20 часа спрямо якостта преди изпитване. Арамидните влакна не се топят, но претърпяват топлинно разпрашаване при температури между 427 °C и 480 °C.

Спецификацията на обвивката е важна, ако трябва да се спазват сериозни температурни изисквания. Ако Parafil® въжетата ще се използват при температури над 80°C за продължителет период от време или при високи натоварвания, се препоръчва да се използва обвивка от полиестерен еластомер.

4. Високоскоростни натоварвания

Тип А Parafil® въжетата са били тествани при условия на натоварване с висока скорост от National Engineering Laboratories в Обединеното кралство. При натоварваща скорост от 15.2 m/sec (50 ft/sec) върху 6 m (20 ft) дълга проба, се документира натоварване на скъсване 10-15% под номиналното. Измерената погълната енергия е била 2000 джаула (1500 ft.lbf) на тон от натоварването на скъсване (измерено при 6 m дължина).

5. Устойчивост на влияния на околната среда

5.1 Устойчивост на корозия

Способността на въжето, да устоява на остаряване с течение на дълго и продължително излагане на влияние на околната среда е от първостепенно значение. Пред вид на това Parafil® въжетата са произведени от материали, които не само притежават

висока степен на механична здравина, но и са изключително инертни химически. Компонентите на ядрото и на обвивката, използвани в Parafil® имат изключителна устойчивост на корозионното действие на солената вода, повечето неорганични соли и киселини и много неорганични разтворители.

5.1 Експозиция на морска/солена вода

Тип А въжетата често са използвани за приложения за дълбоко акостиране и издигане на котви. Лабораторни анализи, извършени на въже, работило повече от 20 години при тези условия показват, че въжетата са чисти и в добро състояние. Тестване на опън не показва значителен спад в якостта нито на цялото въже, нито на отделните влакна от ядрото.

5.2 Морски растеж

Устойчивостта на морски биологични атаки е особено висока и гладката повърхност не привлича образуването на морски растеж.

5.3 Устойчивост на слънчева светлина/UV

Внимателно подбраните полимери, използвани за обвивката на Parafil® въжетата са специално разработени за максимална устойчивост на ултравиолетовото разграждане. Лабораторни изпитвания за излагане на слънце на черен полиетилен съединения във Флорида за 29 год., не са предизвикали значително разграждане или крехкост.

5.4 Устойчивост на слънчева светлина/UV

Ако Parafil® въжетата биха могли да бъдат излагани на пламък, обвивката трябва да бъде самозагасяща се (тип Х) за забавяне на пламъка. Този подход е приет за антенни връзки, които могат да бъдат засегнати от пожари на четките.

Тип F и G Parafil® въжетата могат да се използват там, където е възможно възникване на пламък. Военното тестване на високо натоварени въжета 60te от тип G при продължителен контакт с пламък показва, че ядрата на въжето продължават да работят, въпреки че обвивката е разтопена и изгорена.

Въжето тип А не е подходящо за продължително излагане на пламъка, въпреки че може да бъде доставено с обвивка за забавяне на пламъка, когато това се изисква.

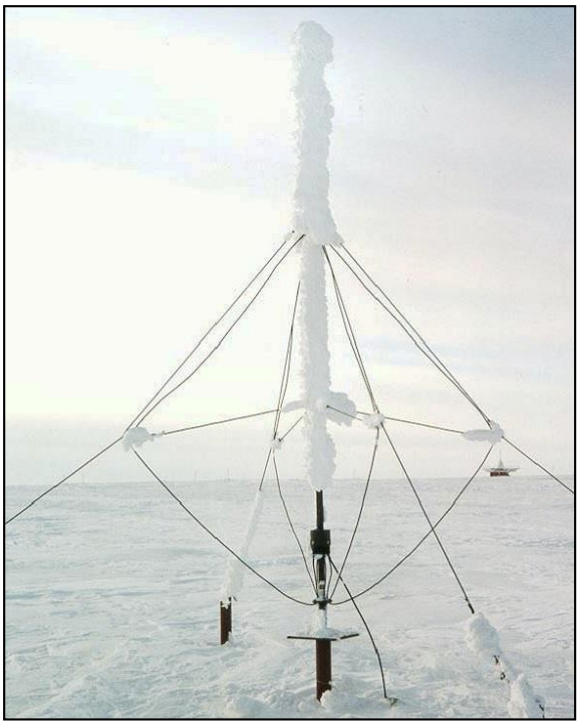
5.5 Обледяване

Между гладката водоустойчива повърхност на Parafil® въжетата и леда има много лоша адхезия. Това бе демонстрирано при тестове, проведени в климатична камера от British Aircraft Corporation.

Изпитвания на риболовни кораби, проведени в исландски води са показали, че Parafil® мачтата се освобождава сама от леда, когато е подпомогната от корабните вибрации, предавани чрез такелажа.

Антените на Северноамериканската система за въздушна отбрана (N.A.D.S.), инсталирани на Северноамериканската част на Арктика (фиг. 5) се поддържат от Parafil® въжета обтегачи, за да се избегне натрупването на лед, предизвикващ смущения на сигналите (история на случаите е на разположение при поискване).

Фигура 5 ~ Parafil® обтегачи срещу обледеняване



6. Основания

За някои приложения, особено в структурното и гражданското строителство, където изискванията за живота на конструкцията обикновено надвишават 100 години, е необходимо да се знае как материалите се държат под натоварване, упражнявано за продължителни периоди от време.

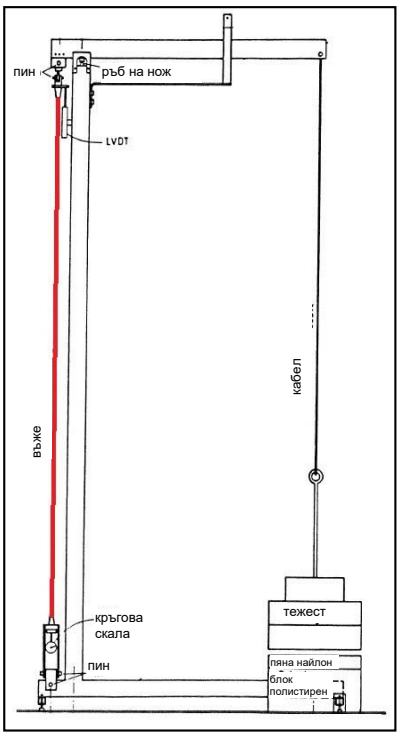
Тази статия описва резултатите от обширната полева и лабораторна работа, извършена върху Parafil® въжета в продължение на много десетилетия, а в някои случаи тя все още продължава.

7. Пълзене

7.1 Обща информация

Пълзене е продължаващото разтегляне на материала под постоянно натоварване. Всички материали пълзят в по-голяма или по-малка степен, но съвременните синтетични влакна с висок коефициент, използвани в Parafil® въжетата, имат относително ниски стойности на пълзене.

Тестовете за пълзене и стрес-релаксация, описвани в тази брошура, са проведени върху Parafil® въжетата след предварително опъване до 60% от номиналното натоварване на скъсване(NBL) и след това 1 час релаксация. Тази процедура помага да се гарантира, че няма остатъчна дезориентация на влакната, причинена от навиване.

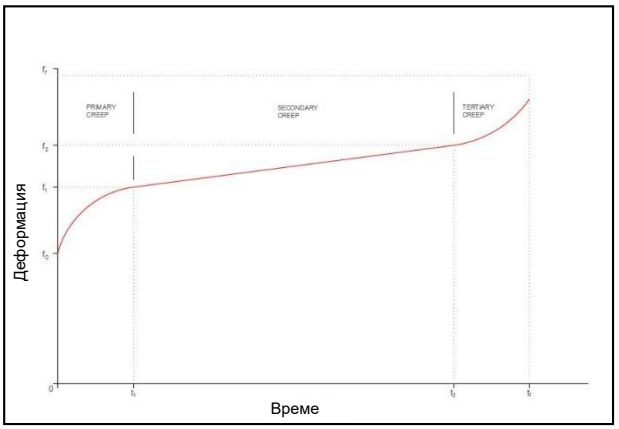


След това подготвената проба се инсталира в специално изработения изпитвателен стенд за пълзене, за да започне изпитването (виж фиг. 6 – в дясно).

Пробата (червено) се поддържа под постоянно натоварване от маса, която е окачена на подвижното рамо на рамката. Удължаването на пробата се записва заедно с времето на измерването.

Общата форма на кривата на пълзене е показана на фиг. 7. Тази крива е характерна за много синтетични влакна.

Фигура 7 ~ Крива на пълзене за синтетични влакна



Обикновено периодът 0-t_1 се измерва в мин/часове, периодът t_1-t_2 в години (при положение, че натоварването се използва нормално, напр. 20-60% от номиналното натоварване на скъсване (NBL)) и период t_2-t_f се измерва в дни.

За Parafil® въжетата периодът t_2 подлежи на определяне, тъй като все още не са възникнали повреди по време на тестването с натоварване в диапазона 20-80% от NBL при тестове, започнали на 11 ноември 1995 г..

Една единствена повреда е отбелязана при изпитването 2.8te на тип А Parafil® въжето (високоеластично полиестерно влакно) при продължителен тест на пълзене. Пробата е била поставена под натоварване 82% от действителното натоварване на скъсване и се е установило, че е повредена след време (t_f) от 21 години.

7.2 Тип А Parafil® (полиестер)

Фиг 8. показва поведението на пълзене за 24 часа, след прилагане на натоварване, за тип А Parafil® въжета при 20%, 40% и 80% от NBL. Пълзенето в първите 24 часа е записано както следва:

0.69% при 20% NBL

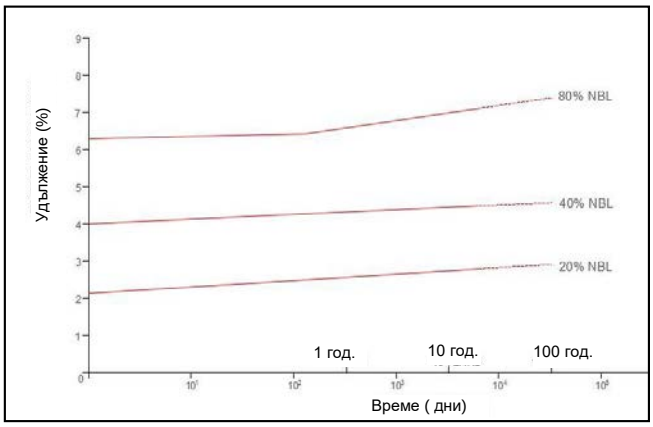
0.41% при 40% NBL

Linear Composites Limited
Vale Mills
Oakworth
Keighley, West Yorkshire
BD22 0EB, UK

Phone: +44 (0) 1535 643363
Fax: +44 (0) 1535 643605

Email: sales@linearcomposites.com
Web: www.linearcomposites.com

Фигура 8 ~ Пълзене на тип А Parafil®



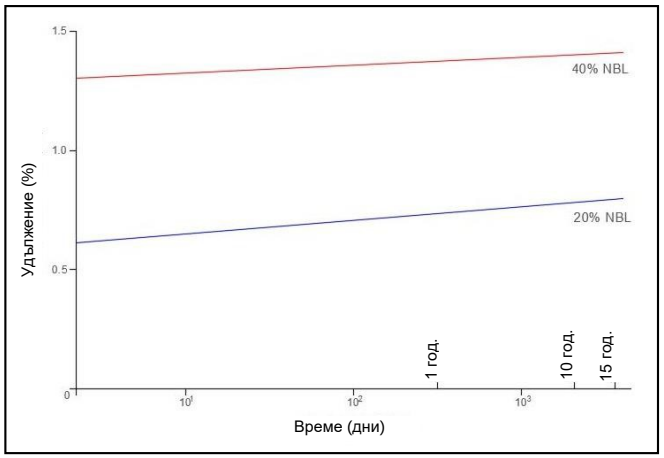
7.3 Тип F Parafil® (Арамид стандартен коефициент)

Фиг 9. показва поведението на пълзене за тип F Parafil® въжета. Пълзенето е много по-малко отколкото при тип А Parafil®. Пълзенето в първите 24 часа е записано както следва:

0.09% при 20% NBL

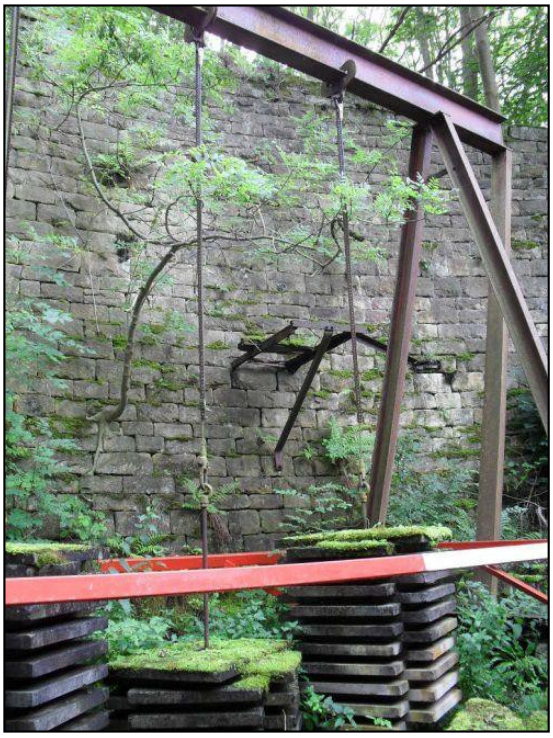
0.09% при 40% NBL

Фигура 9 ~ Пълзене на тип F Parafil®



Linear Composites стартира на 06.април 1976 г. изпитване върху 2.25 m дълга проба от тип F Parafil® въже с 3te NBL, с патентовани накрайници Parafil® (показани на фиг. 10), до момента това е най-дълго продължаващото изпитване на пълзене; стендът е специално изработена рамка, разположена на открито в двора на завода на Linear Composites.

Фигура 10 ~ Стенд за продължително изпитване на пълзене, продължаващо на открито 40 год. (към 2016)



На въжетата са закачени бетонни тежести, натоварванията от които са 20% и 40% от NBL. Отчитанията, правени на определени интервали през последните 40 години, са показали резултатите, представени по-долу в таблица 5, и показват, че за теста за пълзене 40% от NBL, въжето е претърпяло само 0.04% удължение през последните 20 години.

Таблица 5 ~ Дългосрочни данни от тест за пълзене

Време	Действително натоварване	% NBL	Пълзене	Log t
34 год.	600 kgs	20%	0.09	0.013
	1200 kgs	40%	0.23	0.035

7.4 Тип G Parafil® (Арамид висок коефициент)

Измерванията показват, че влакната от висок коефициент Арамид имат стойност на пълзене само 40% от тази на влакната от стандартен коефициент Арамид.

Измерванията, извършени върху тип G Parafil® въже показаха следните данни за коефициента на пълзене:

$0_t = (0.012 \pm 0.003) \log_{10} t$ *(реф.1)*

Linear Composites Limited
Vale Mills
Oakworth
Keighley, West Yorkshire
BD22 0EB, UK

Phone: +44 (0) 1535 643363
Fax: +44 (0) 1535 643605

Email: sales@linearcomposites.com
Web: www.linearcomposites.com

където коефициентът на пълзене 0_t е определен чрез равенството

$$0t = \frac{\varepsilon_C(t)}{\varepsilon_0}$$

където $\varepsilon_C(t)$ = деформация от пълзене в момента t и

където ε_0 = първоначална деформация и

където t се изразява в секунди.

Наблюденията от работа при разрушаващо напрежение и анализа на данните от теста за пълзене сочат, че тип G показва ограничена деформация от пълзене между 0.10 и 0.12%, независимо от първоначалния стрес.

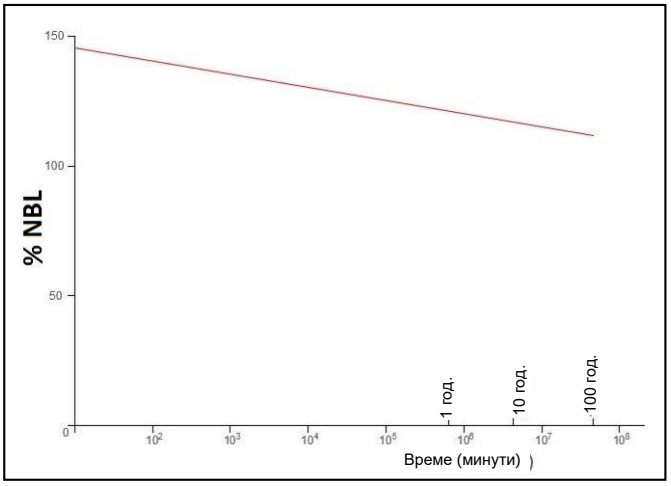
Реф. 1: "Поведение при пълзене на въже от паралелно разположени арамидни влакна". C. J. BURGOYNE и G. B. GUIMARAES. Journal of Materials Science 7 (1992) 2473-2489.

8. Стрес разрушаване

8.1 Тип А Parafil® (полиестер)

Тип А Parafil® въжетата имат съдържение на влакна, по-високо от необходимото за постигане на номинално натоварване на скъсване (NBL). С настоящите специфични патентовани Parafil® накрайници, действителните натоварвания на скъсване превишават значително посочените номинални натоварвания на скъсване. Кривата на стрес разрушаването за тип А Parafil® е показана на фиг. 11.

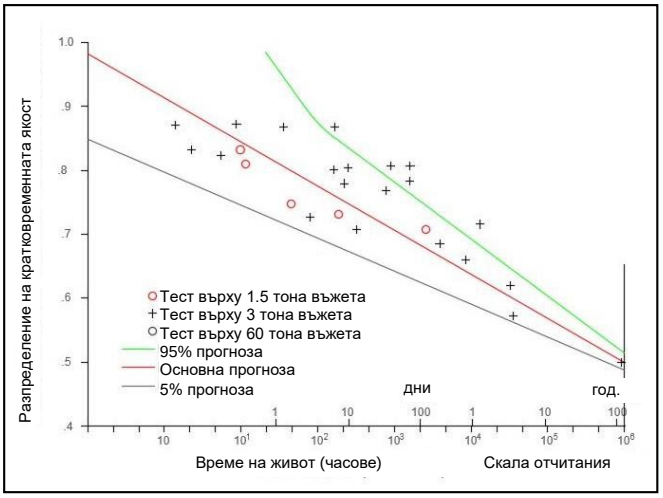
Фигура 11 ~ Стрес разрушаване крива за тип А



8.2 Тип G Parafil® (Арамид висок коефициент)

Стрес разрушаването за тип G Parafil® е изучавано обстойно както в Imperial College, така и в Cambridge University в Обединеното кралство, използвайки Parafil® въжета от 1,5, 3 и 60 тона. Обобщение на резултатите е дадено на фиг. 12. Данните показват, че ако първоначалното напрежение е ограничено до по-малко от 50% от максималната якост на опън, може да се постигне живот от 100 години.

Фигура 12 ~ Стрес разрушаване данни за тип G



9. Стрес релаксация

Стрес релаксация е премахване на натоварването, настъпващо с времето, върху опънат елемент, разположен между два пространствени ограничителя.

Стрес релаксацията протича по ескпоненциална времева скала, като по-голямата част от общата релаксация настъпва в рамките на първите секунди и минути, в зависимост от вида влакна, които са били натоварени.

Типични криви на стрес релаксация за тип А Parafil® за над 500 часа са дадени на фиг. 13; две от кривите се отнасят към (a) с и (b) без цикъл на предварително опъване до 60% от NBL.

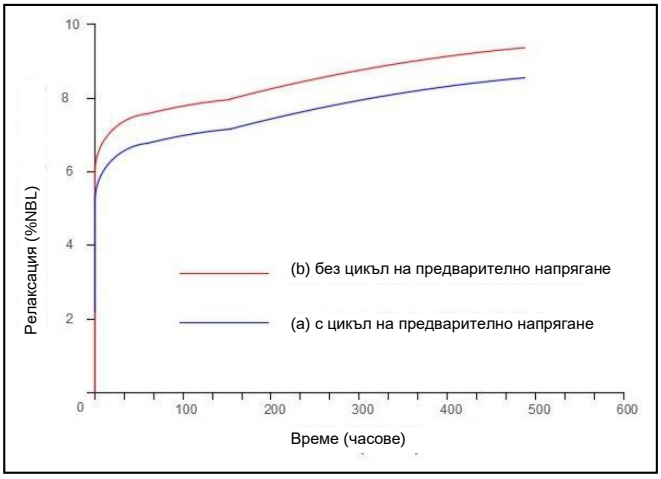
Действителната релаксация (измерена като % от NBL) от първоначалния стрес от 40% от NBL беше 7.86% за пробата с цикъла на предварително опъване и 8.75% за пробата без предварително опъване.

Linear Composites Limited
Vale Mills
Oakworth
Keighley, West Yorkshire
BD22 0EB, UK

Phone: +44 (0) 1535 643363
Fax: +44 (0) 1535 643605

Email: sales@linearcomposites.com
Web: www.linearcomposites.com

Фигура 13 ~ Крива на стрес релаксация за тип А Parafil® въжета с накрайници



Резултатите от теста за стрес релаксация за тип F Parafil® въжета са 6.29% и 8.82% съответно.

Тип G Parafil® въжетата с висок коефициент са изследвани много по-задълбочено в Imperial College. Тези въжета представляват специален интерес за приложения, където има предварителен стрес *(Реф: 2)*. Резултатите от теста за стрес релаксация са дадени по-долу в таблица 6.

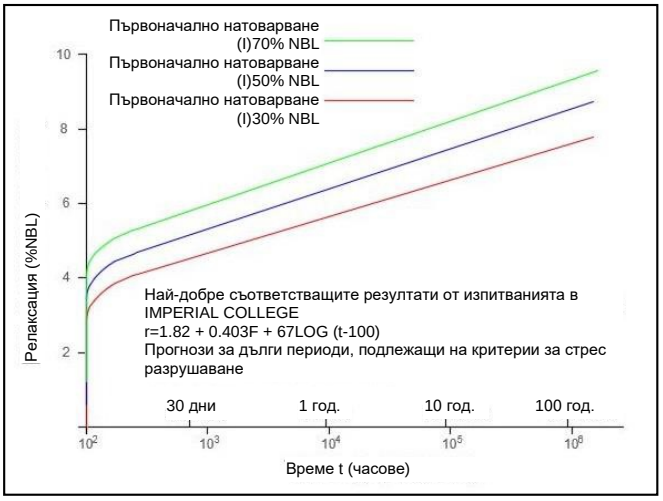
Таблица 6 ~ Стрес релаксация на тип G въжета

Първоначален стрес	Релаксация при 100 часа	Релаксация при 100 години
% NBL	% NBL	% NBL
30	2.9	7.0
40	3.5	7.4
50	3.8	7.8
60	4.5	8.2
70	4.5	8.6

Тези резултати съответстват на връзката, показана на фиг. 14:

$r = 1.82 + 0.0403\,f + 0.67\,\log_{10}(t-100)$
където r = стрес релаксация, изразена като %NBL
f = първоначален стрес, изразен като %NBL
t = време в часове

Фигура 14 ~ Крива на стрес релаксация за тип G Parafil® въжета с накрайници



Трябва да се отбележи, че релаксацията се изразява като процент от номиналното натоварване на скъсване.
Стойностите на релаксацията са по-високи, когато са изразени като процент на първоначалния стрес: т.е. при 60% NBL първоначален стрес, релаксацията за 100 год. е 8.2% NBL. Това е равностойно на релаксация от 13.6% от първоначалния стрес.

Въпреки че релаксациите са по-високи спрямо релаксациите, свързани със стоманата, пълната загуба на сила на напрежение в предварително напрегната бетонна греда с Parafil® е много подобна на тази със стомана. Загубите, дължащи се на отпускането на въжето, са по-високи, но загубите, дължащи се на еластичното скъсяване на бетона, са по-ниски поради по-ниския еластичен модул на Parafil®. Стойността зависи от конкретната конструкция, по която ще се различават при конструкции, проектирани със стоманени или Parafil® хорди, но в повечето случаи двата ефекта се елиминират взаимно.

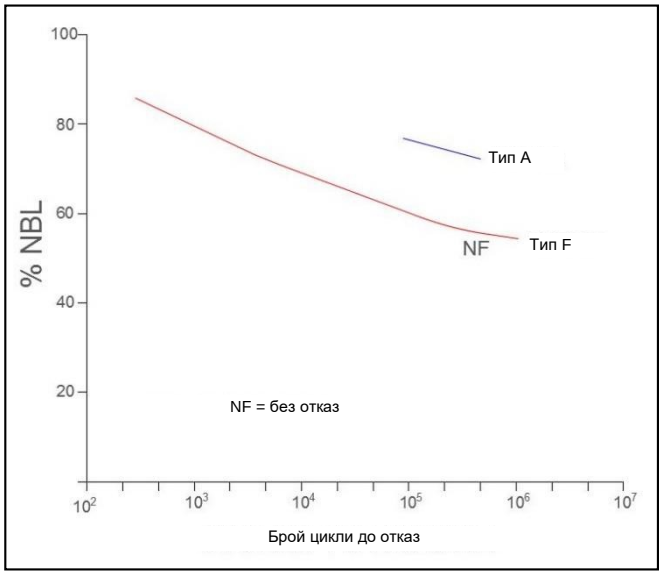
Реф.2 Chambers J.J., "Въжета от паралелно разположени арамидни влакна за приложение като хорди при предварително напрегнат бетон". PhD. Theses, University of London 1986.

10. Характеристика на умора

Като цяло износването на опън-опън на въжета от паралелно разположени влакна е отлично и е по-добро от повечето други конструкции на въжета. Това се дължи главно на избягването пресичането на влакната, което причинява "фретинг" и висока концентрация на стрес в усуканите или оплетените структури.

Характеристиката на умора за тип А Parafil® (10 тона NBL) и тип F Parafil® (6 тона NBL) е показани на фиг. 15. Кривите са получени чрез записване на броя на циклите до отказ при изпълнение на цикли от постоянна долна граница, съответстваща на 7,5% NBL до горната граница на натоварване, изобразена на кривата.

Фигура 15 ~ Характеристика на умора от опън-опън за Parafil® въжета



Тестове на тип G Parafil®: (6 тона NBL) са проведени при различни амплитуди на натоварване. Типични резултати са показани в таблица 7.

Таблица 7 Характеристика на умора за тип G Parafil®

Основно натоварване	Диапазон на натоварване	Брой цикли до отказ
% NBL	% NBL	x 10^6
30	± 25	0.5
30	± 15	3.4
40	± 15	2.9
40*	± 5	>10

(*Остатъчната якост се измерва при сила от 6,5 тона.)

11. Условия на околната среда

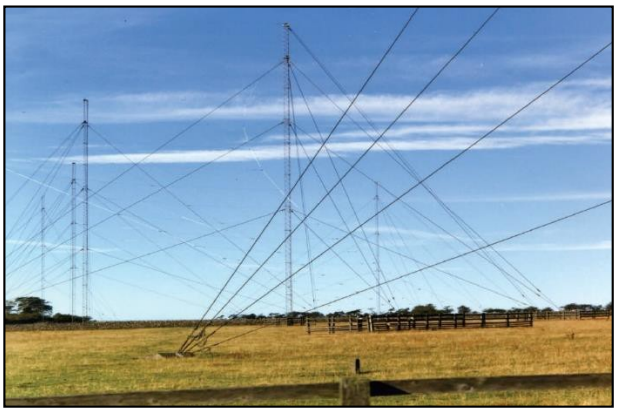
Parafil® въжета се състоят от два компонента – ядро от технически влакна, покрито с екструдиран материал – обвивка, която поддържа формата на въжето и служи като защита на влакната в ядрото.

Повечето Parafil® въжета използват полиетиленова обвивка. Полиетилените са химически инертни материали и не се атакуват от вода, неорганични киселини и основи, водни соли или други материали, които обикновено се намират в почвата или околната среда, дори при продължителна експозиция.

Специфичното покритие от полиетилен, използвано за стандартната обвивка на Parafil®, е стабилизирано със сажди (и други добавки). Тестове за период от 20 години в райони с висока U.V. активност върху въглеродно стабилизираните покрития не показа никаква забележима промяна в свойствата на обвивката.
Съвсем наскоро Linear Composites разработиха технология за по-нататъшно повишаване на UV устойчивостта на обвивките, което е опция, която може да бъде предложена за продукти, предназначени за продължителна употреба в райони с висок интензитет на UV лъчи, като полюсите, екваториалните пустини, Австралия и Азия.

Parafil® въжетата за първи път се използват като основни мачти в инсталациите на Министерството на отбраната в Обединеното кралство (фиг. 16). Много от тях, издигнати през 1966/67 г., са все още в експлоатация. Когато пробите бяха изследвани и подложени на лабораторни тестове след 20 години постоянна употреба, техните свойства се оказаха непроменени.

Фигура 16 ~ Parafil® военните мачти остават, Обединеното кралство



Удължено излагане на морска среда се постига чрез използване както на полиестерни, така и на арамидни влакна, които са трайни влакна. Те имат висока устойчивост към повечето химикали и вода.

Linear Composites Limited
Vale Mills
Oakworth
Keighley, West Yorkshire
BD22 0EB, UK

Phone: +44 (0) 1535 643363
Fax: +44 (0) 1535 643605

Email: sales@linearcomposites.com
Web: www.linearcomposites.com

Реакцията на полиестери с вода (хидролиза) е обект на интензивно изследване. Резултатите от изпитването показват, че избраните полиестери ще претърпят само 3% загуба на якост след 100 години непрекъснато потапяне във вода при 20 °C. (резултати публикувани отделно от Imperial College).

Изпитвания на DuPont са показали, че арамидните влакна не се атакуват от водата при нормални температури. (за подробни физични и химични свойства на влакната вижте техническата информация на производителя: “Kevlar® Technical Guide” на разположение от Du Pont.)

11.1 Удължено излагане на морска среда

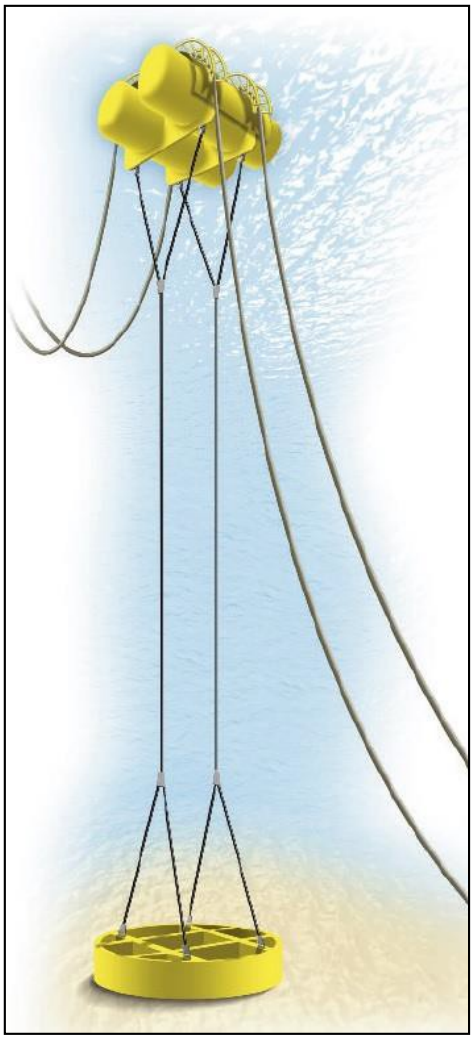
От средата на 2014 г. Linear Composites изпълняват високотемпературни в солена вода, ускорени изпитвания за стареене на арамидни Parafil® въжета в съответствие със стандарта API 17L (American Petroleum Institute 17L). Изследването включва потапяне на проби от цели продукти в топла солена баня при 60 °C за продължителни периоди от време. Периодите на потапяне за години се използват, преди пробите да се възстановят и да се подложат на механично изпитване.

Резултатите от теста могат да се използват както за директна оценка на остатъчните механични характеристики на продукта след излагане на постоянни условия на горещи подводни условия и също така да се разработи чрез математическа екстраполация от наличните резултати за изчисляване на остатъчните механични характеристики на продукта след дългосрочно излагане на морските условия при температура на околната среда.

Изпитването API 17L 60°C в солена вода на цяла проба Parafil® въжета е дал независимо потвърдени резултати. Резултатите от последващото изпитване на опън се екстраполират с помощта на линейна регресия, това позволява прогнозиране на разграждането на Parafil® за определен период от време, изразено като процент от първоначалната якост. През първата година на експозиция продуктът е претърпял намаляване на якостта от 3.68%. Екстраполирането на данни прогнозира бъдещо 0.66% намаляване между първата и десетата година, последвано от допълнително намаление от 0,67% през годините от 10 до 100 година.

Заключението на теста е, че в реалния свят (напр., фиг. 17), целият Parafil® продукт, използван в морска вода, ще има проектирана запазена якост от 95,94% след 100 години продължителна експозиция.

Фигура 17 ~ Rob-Roy котви за плаващи производствени платформи, използващи 100 тона NBL Parafil® въжета, Обединеното кралство.



12. Parafil® накрайници

12.1 Преглед и функция

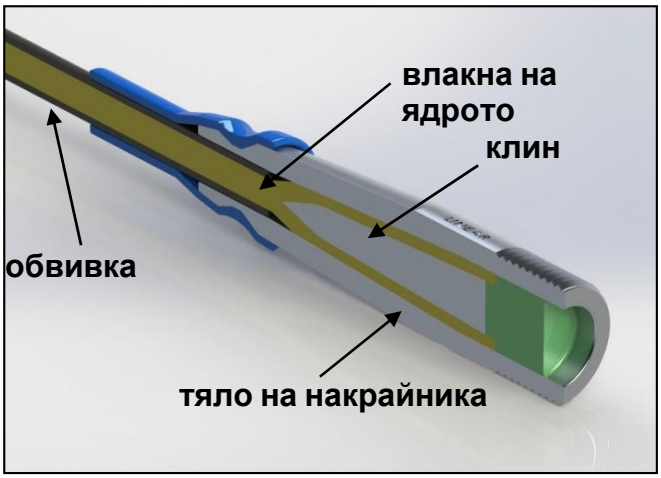
Parafil® въжетата съдържат паралелно разположени влакна, които са единствено отговорни за механичната здравина и функциониране на въжето.

С цел ефективно предаване на силите във всички влакна на ядрото, по надежден начин, е необходимо да се използват патентованите Linear Composites накрайници.

Тези накрайници са индивидуално проектирани от Linear Composites, с всяко завършване, специално адаптирано към дадено въже. Накрайниците позволяват ефективно и повторяемо предаване на сили върху въжето, по-големи от 100% от NBL.

Технологията на накрайниците се основава на два основни компонента „Тяло“ и „Клин“, както е показано на фиг. 20.

Фигура 20 ~ Тяло и клин на накрайници



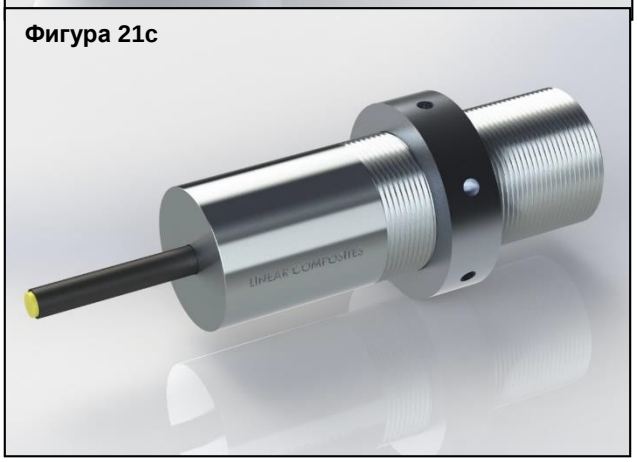
Тялото е външния пръстен и то разполага със заострен централен отвор. Клинът е двустепенно заострен конусен клин, който е разположен централно в тялото и аксиално успоредно на конуса на тялото. При работа, влакната на ядрото, които са равномерно разпределени около клина, са захванати между външната повърхност на клина и вътрешната повърхност на конуса на тялото само чрез триене. Не се изисква свързване на влакната и не са необходими допълнителни съединения или материали, които да позволят успешното функциониране на накрайника.

Накрайниците се доставят в три основни форми: 1) “Вилка”, 2) “Ухо” и 3) “Предварително напрегнати” показани по-долу на фиг. 21a, 21b и 21c съответно.

Фигура 21a

Фигура 21b

Фигура 21c



Linear Composites Limited
Vale Mills
Oakworth
Keighley, West Yorkshire
BD22 0EB, UK

Phone: +44 (0) 1535 643363
Fax: +44 (0) 1535 643605

Email: sales@linearcomposites.com
Web: www.linearcomposites.com

12.2 Накрайници

Linear Composites Parafil® накрайниците трябва да се монтират в строго съответствие с документа с инструкции, издаден за завършванията на въжетата.

Критичен етап в процеса на монтаж е опъването на сглобената система въже-накрайник. Този етап е необходим, за да се осигури здраво захващане между тялото, клина и влакната на ядрото, както и да се предотврати всякаква по-нататъшна промяна на размерите в дължината "от-ухо–до-ухо" на захванатото въже.

Крайният етап в процеса на монтаж при завършване на въжетата е прилагането на системи за хидроизолация (където това се изисква). Добра практика е да се предприемат стъпки, за да се предотврати навлизането на вода в накрайниците, използвани за Parafil® въжетата от арамидно влакно. Запечатването се прилага в две зони на връзката между "носа" на накрайника и въжето и в "опашката" в края на тялото, както е показано на фиг. 22. Запечатването на носа е направено от два компонента, къса дължина от силиконова гума, която е обвита от самоамалгамизираща лента докато уплътнението на опашката обикновено се получава, като се използва собствен силиконов мастик.

Пълни детайли по процеса на монтаж на накрайниците, заедно със спецификации на патентованите продукти за хидроизолация, са на разположение в съответното ръководство за продуктите на Linear Composites, предоставяно при поискване.

Фигура 22 ~ Parafil® хидроизолация на накрайници

12.3 Проверка при работа

Както при всяко инженерно оборудване, Parafil® въжетата и Parafil® въжета + накрайници модулите трябва да се проверяват редовно за признаци за механични повреди, влошаване или корозия на завършването на въжето.

Честотата на проверките ще зависи от местоположението и местните условия, и трябва да се определи на етапа на проектиране от съответния специфициращ инженер. Препоръчва се честотата на проверките да не бъде по-малка от веднъж годишно.

Предложеният минимален протокол от проверката е показан в таблица 8, но на различни работни места и различни работни приложение ще се изискват и други допълнителни разглеждания.

Таблица 8 ~ Parafil®въжета и накрайници минимален протокол от проверката

Състояние тежест	Обвивка състояние	Накрайник състояние	Действие
невредим	гладка черна повърхност	без видима корозия	не се изисква действие
слабо/ умерено повреждане	износване или срязване на обвивката на въжето – влакната на ядрото **не са видими**	леки драскотини, лека корозия или повредени уплътнения	ремонтирайте обвивката, подменете уплътненията, прилагайте инхибитор на корозията върху накрайниците
тежко повреждане	износване или срязване с експонирани влакна на ядрото/ видими или повредени	разширено механично повреждане, тежка корозия, проникващо напукване	**Не използвайте** модула въже-накрайник. Трябва да се подмени.

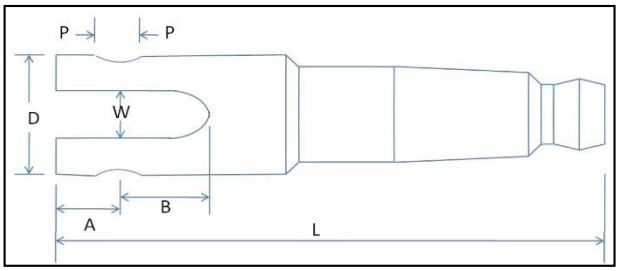
12.4 Конструкционен живот и поддръжка

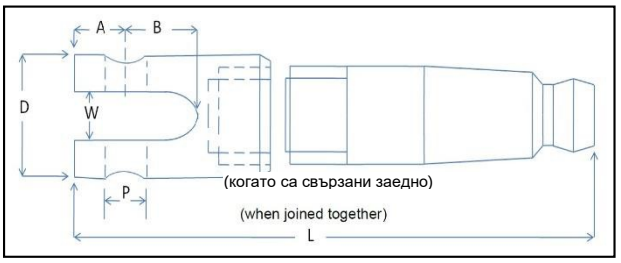
Parafil® въжетата, комбинирани с Linear Composites накрайниците имат доказани резултати за постигане на продължителен живот на работа от над 40 години без необходимост от значителни операции по поддръжка. Накрайниците се предлагат в различни типове материали, за да съответстват на изискванията за тегло и околна среда / корозия.

12.4 Тип А Parafil® Накрайник технически размери

Накрайниците за стандартен тип А Parafil® въжета са конструирани като еднокорпусни до 30 тона N.B.L. Отвъд това N.B.L. накрайникът се състои от две отделни части. Схема на посочените размери е показана на фиг. 23а (конструкция на еднокорпусна вилка) и 23b (конструкция на дву-корпусна вилка).

Въже размер	Накрайници - размери						Приблизително общо тегло, вкл. уплътнения и др.	
NBL тонове	L mm	D (Dia) mm	P (Dia) mm	W mm	A mm	B mm	Алуминиева сплав Kg	Стомана Kg
0.5	79	19	6.4	7	8	13	0.04	0.11
1	98	22	8	8	10	16	0.1	0.17
2	123	30	9.6	10	12	19	0.15	0.34
3.5	156	38	12.7	17	16	25	0.33	0.63
5	188	44	16	20	20	32	0.48	1.13
7.5	224	54	19.1	23	24	38	0.79	1.45
10	254	60	22.3	26	29	44	1.16	1.87
15	305	76	25.4	33	32	51	2.1	2.75
20	340	86	28.6	36	36	56	2.95	5.22
30	416	102	38.1	42	48	76	5.4	12.8

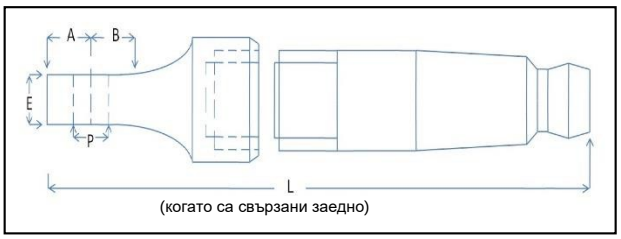


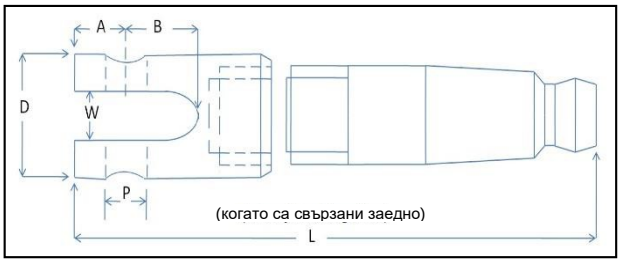


12.4 Тип F и G Parafil® Накрайник технически размери

Накрайниците за стандартен тип F и G Parafil® въжета са конструирани всички като двукорпусни (с изключение на размерите, отбелязани с *). Схема на посочените размери е показана на фиг 24а (конструкция на дву-корпусна вилка) и 24b (конструкция на двукорпусно ухо).

Въже размер	Накрайници - размери						Приблизително общо тегло, вкл. уплътнения и др.	
NBL тонове	L mm	D (Dia) mm	P (Dia) mm	W mm	A mm	B mm	Алуминиева сплав Kg	Стомана Kg
0.75	74	14.2	5	4.5	6.5	13	0.03	N/A
1.5	92	25	8	8.5	10	16	0.09	0.23
3.0	132	38	12.8	17	16	25	0.25	0.57
4.5	151	41	15	18.5	18	29	0.33	N/A
6	168	44	16	20	20	32	0.45	1.1
10.5	225	60	22.4	26	29	44.5	1.0	2.4
15.0	257	76	25.5	33	32	51	1.6	4
22.5	305	83	28.7	36	36	56	2.4	6.1
30.0	371	102	38	42	48	76	4.9	12.25
45.0	440	127	44.7	48.3	57.4	89.4	8.4	N/A
60.0	501.36	146	51.2	55	63.5	101.6	13	N/A





превод: Сибел ООД

Linear Composites Limited
Vale Mills
Oakworth
Keighley, West Yorkshire
BD22 0EB, UK

Phone: +44 (0) 1535 643363
Fax: +44 (0) 1535 643605

Email: sales@linearcomposites.com
Web: www.linearcomposites.com