

Trovidur HTS, 1969

für höhere Temperaturen geeignet, schlagzäh

Dynamit Nobel

Dezember 1969

10

Trovidur HTS

Einführung

Trovidur HTS ist ein Werkstoff aus der Trovidur Reihe, der sich in der Markteinführung befindet.

Das aus nachchloriertem Polyvinylchlorid hergestellte Trovidur HTS ist schlagzäh modifiziert. Die günstige Wärmeformbeständigkeit bei hoher Chemikalienresistenz erlaubt einen praktischen Dauergebrauch bis zu einer Temperatur von + 90 °C.

Die Verarbeitung von Trovidur HTS unterscheidet sich nur geringfügig von der Trovidur Verarbeitung.

Trovidur HTS wird derzeit geliefert in Form von Platten, Blöcken und Schweißstäben. Die Lieferung von Rundstäben und Rohren ist für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen.

Trovidur HTS soll kein Universalwerkstoff sein. Die ausgezeichneten Materialeigenschaften werden es in Einsatzbereiche führen, wo andere Thermoplaste durch erhöhte Temperatur an Festigkeit, Steifigkeit und chemischer Beständigkeit verlieren.

Physikalische Werte

Die nachstehend angegebenen physikalischen Werte sind Richtwerte, die unter definierten Bedingungen an Prüfkörpern aus abgepreßten Platten ermittelt wurden und Durchschnittswerte darstellen.

Von den an Prüfkörpern gemessenen Werten kann nicht ohne Einschränkung auf das Verhalten von Fertigteilen geschlossen werden, da Konstruktion und Verarbeitung deren Eigenschaften beeinflussen können.

Trovidur®

Informationen

Eigenschaften	Prüfmethode	Dimension	Trovidur HTS
Rohdichte und Wasseraufnahme			
Rohdichte	DIN 53479	g/cm ³	ca. 1,50
Wasseraufnahme			
4 Tage, + 20 °C	DIN 53472	mg	11
Wasseraufnahme			
24 h, + 100 °C	DIN 53471	mg	84
Mechanische Eigenschaften bei 20 °C			
Zugfestigkeit	DIN 53455	kp/cm ²	
Streckspannung			> 680
Reißfestigkeit			> 525
Reißdehnung	DIN 53455	%	> 20
Elastizitätsmodul	DIN 53457		
Zugversuch		kp/cm ²	31000
Grenzbiegespannung	DIN 53452	kp/cm ²	1150
Druckfestigkeit	DIN 53454	kp/cm ²	900
Schlagzähigkeit	DIN 53453	cmkp/cm ²	
+ 20 °C			kein Bruch
± 0 °C			kein Bruch
- 20 °C			> 30
- 40 °C			> 20
Kerbschlagzähigkeit	DIN 53453	cmkp/cm ²	
+ 20 °C			> 3,5
± 0 °C			> 3
Scherfestigkeit		kp/cm ²	550
Schlagzugzähigkeit	DIN 53448	cmkp/cm ²	700
Kerbschlagzugzähigkeit	DIN 53448	cmkp/cm ²	40
Kugeleindruckhärte	DIN 53456	kp/cm ²	
nach 10 Sek.			1500
nach 60 Sek.			1450
Thermische Eigenschaften			
Formbeständigkeit in der Wärme			
nach VICAT	DIN 53460	°C	110
	Verf. B		
nach MARTENS	DIN 53458	°C	84
Wärmeleitfähigkeit			
	DIN 52612		
	Blatt 1	kcal/m. °C h	0,13
Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient			
	gemessen	1/°C	63,5
	zwischen		
	+ 20 und + 30 °C		
Elektrische Eigenschaften			
Spez. Widerstand	DIN 53482	Ω cm	> 10 ¹⁵
Oberflächenwiderstand	DIN 53482	Ω	> 10 ¹³
Dielektrizitätskonstante			
60 Hz			3,1
800 Hz			3,1
10 ⁴ Hz			2,7
Dielektrischer Verlustfaktor			
60 Hz	DIN 53483		0,011
800 Hz			0,011
10 ⁴ Hz			0,009
Durchschlagfestigkeit			
senkrecht zur Schicht			
(an 1 mm dicker Platte)	DIN 53481	kV/cm	240
Kriechstromfestigkeit	DIN 53480	Stufe	Ka 1

Werkstoff-Kennwerte

Für Konstrukteur und Verarbeiter sind die wichtigsten Eigenschaften von Trovidur HTS im Temperaturbereich von -20°C bis $+180^{\circ}\text{C}$ ermittelt worden.

Es handelt sich hierbei um Kurzzeitwerte, die jedoch ein Abschätzen des Dauerstand-Verhaltens zulassen.

Die Untersuchungen wurden an 4 mm dicken Trovidur HTS Platten durchgeführt.

Streckspannung (Abb. 1)

in Abhängigkeit von der Temperatur

Anmerkung: Die im Zugversuch gemessene Streckgrenze wurde an Schulterstäben gemäß DIN 53455 ermittelt.

Reißfestigkeit (Abb. 2)

in Abhängigkeit von der Temperatur

Anmerkung: Die im Zugversuch gemessene Reißfestigkeit wurde an Schulterstäben nach DIN 53455 ermittelt.

Reißdehnung (Abb. 3)

in Abhängigkeit von der Temperatur

Elastizitätsmodul (Abb. 4)

in Abhängigkeit von der Temperatur
Anmerkung: Beim Elastizitätsmodul erfolgt analog der Zugfestigkeit mit steigender Temperatur ein Abfall der Meßwerte. Im Bereich von 100°C läßt sich ein Steilabfall erkennen.

Grenzbiegespannung (Abb. 5)

in Abhängigkeit von der Temperatur

Anmerkung: Die Grenzbiegespannung zeigt eine lineare Abhängigkeit von der Temperatur. Im Rahmen der Meßgenauigkeit erfolgt der Abfall gradlinig von -20 bis $+100^{\circ}\text{C}$.

Spröbruchverhalten von Formteilen

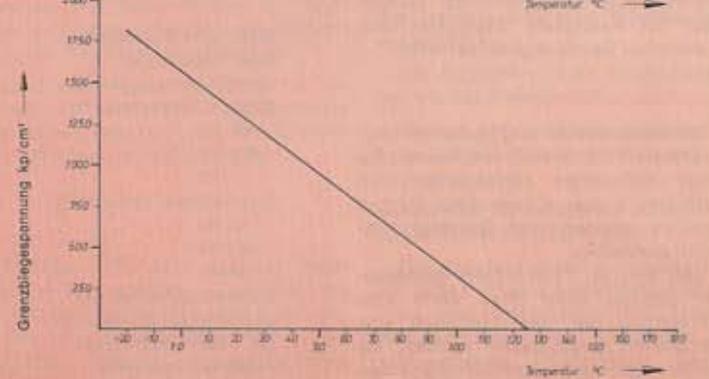
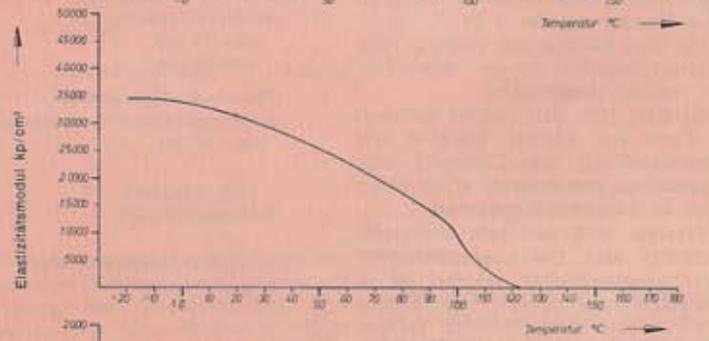
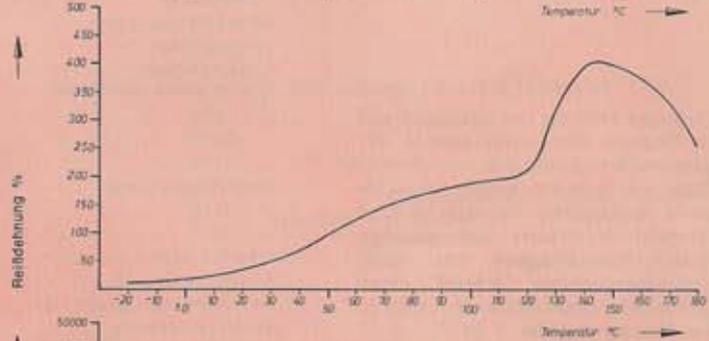
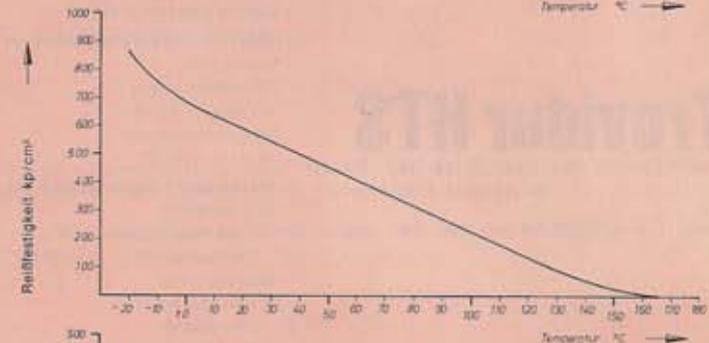
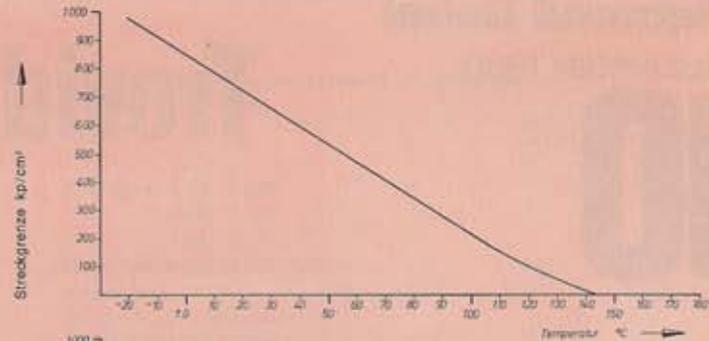
Durch Fallprüfungen wurde ermittelt, bei welcher Schlagarbeit Formkörper aus verschiedenen Trovidur Typen zu Bruch gehen. Die Prüfkörper waren Halbkugeln von $160\text{ mm } \phi$, im Überdruck-Blasverfahren aus 4 mm dickem Material hergestellt. Die Zahlen stellen eine graduelle Bewertung dar.

Trovidur HT	1
Trovidur	3
Trovidur HTS	7,5
Trovidur HS 15	20

Chemische Beständigkeit

Bei der Ermittlung wichtiger Eigenschaftswerte von Trovidur HTS wurde auch eine Untersuchung der Beständigkeit gegen Chemikalien durchgeführt.

Die Chemikalien wurden aufgrund ihrer Bedeutung ausgewählt. Die Prüfung erfolgte an spannungsfrei gelagerten Prüfkörpern. Aus diesem Grunde kann aus den Prüfwerten nicht ohne Einschränkung auf das Verhalten von Fertigteilen geschlossen werden. Verarbeitung und Formgebung können in das Werkstück unkontrollierbare Spannungen einbauen.



Beurteilungsmaßstab

Eigenschaften	Einheit	beständig	bedingt beständig	nicht beständig
Dimensionsänderung	%	< 1	1—3	> 3
Gewichtsänderung	mg	< 100	101—400	> 400
Gewichtsänderung	%	< 1,8	1,81—6	> 6
Zugfestigkeit	kp/cm ²	≥ 80 % *	79—60 % *	60 % *
Bruchdehnung	%	125—50	49—30/ 150—126	< 30 / > 150
Schlagzähigkeit		0—1 Pr.gbr.	2—3 Pr.gbr.	4—5 Pr.gbr.
Kerbschlagzähigkeit	cmkp/cm ²	> 75 % *	74—50 % *	< 50 % *
Grenzbiegespannung	kp/cm ²	≥ 80 % *	79—60 % *	< 60 % *
Kugeleindruckhärte	kp/cm ²	125—75 % *	74—50 % *	< 50 % *

* **Anmerkung:** Die bei den mechanischen Eigenschaftswerten angegebenen Prozentwerte beziehen sich auf die im Anlieferungszustand ermittelten Werte, die = 100 % entsprechen.

Angriffsmittel	Konzentration (%)	Prüf temperatur (° C)	Beurteilung
Bleichlauge (NaOCl)	12 % aktives Chlor	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	+
		+ 90	+
Chromsäure H ₂ CrO ₄ aus CrO ₃ +H ₂ O	500 g/l	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	+
		+ 90	0
Chromschwefelsäure CrO ₃ +H ₂ O+3,5 g H ₂ SO ₄	300 g/l	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	+
		+ 90	0
Galvanobad CrO ₃ +H ₂ O+20 cm ³ Kieselfluorwasserstoffsäure	500 g/l	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	+
		+ 90	0
Essigsäure	40	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	+
		+ 90	+
Natronlauge	30	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	+
		+ 90	+
Nekanil® W-extra *	5	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	+
		+ 90	+
Salpetersäure	65	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	0
		+ 90	—
Schwefelsäure	80	+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	0
		+ 90	0
Schwefelsäure	98	+ 40	0
		+ 60	—
		+ 80	—
		+ 90	—
Wasser		+ 40	+
		+ 60	+
		+ 80	+
		+ 90	+

* BASF Ludwigshafen

Es empfiehlt sich in speziellen Anwendungsfällen, die Werkstoffeignung durch praxisnahe Versuche zu prüfen, und das um so mehr, als bei technischen Chemikalien Verunreinigungen nicht auszuschließen sind, bzw. sehr oft Mischungen mehrerer Chemikalien vorliegen.

Beurteilungsmaßstab

Als Basis für die aufgeführte Gesamtbeurteilung der Beständigkeit diente der nebenstehend erläuterte Beurteilungsmaßstab. Die dort angegebenen Grenzwerte sind an der Funktionstüchtigkeit und deren Beeinträchtigung bei einem praktischen Einsatz orientiert. Eine Festlegung allgemein gültiger Werte ist schwierig, da die Sicherheitsgrenzen von den Einsatzbedingungen und den Werkstoffeigenschaften abhängig sind.

Gesamtbeurteilung der Chemikalienbeständigkeit

Anmerkung: Die Prüfung über die Beständigkeit von Trovidur HTS gegen Chlorgas ist derzeit noch nicht abgeschlossen.

Vergleich der Chemikalienbeständigkeit des Trovidur HTS zu Trovidur HT. (Siehe auch Beständigkeitsliste nach Prospekt 32/140, 11. 1968 Trovidur HT)

Aus der Untersuchung ist unter Abwägung aller Gesichtspunkte zu erkennen, daß Trovidur HTS im Vergleich zu Trovidur HT eine geringfügig verminderte Beständigkeit gegen Chemikalienangriff besitzt.

Lieferformen

Trovidur HTS wird in den nachstehend aufgeführten Halbzeugformen einheitlich in der Farbe grün, ähnlich RAL 6011, geliefert.

Platten (gepreßt)
Format: 2000 x 1000 mm
Dicken: 2—3—4—5—6—8—10—12—15—20—25—30

Blöcke (gepreßt)
Format: 620 x 520 mm
Dicken: 30—40—50—60—75

Schweißdraht
Durchm.: 2—3—4 mm
in Stäben ca. 1 m lang

Kleber in 1 kg Dosen

Toleranzen für Platten und Blöcke
± (0,1 + 0,05 x S) S = Dicke in mm

Spanende Verarbeitung

Bei der Bearbeitung von Trovidur HTS auf Band- oder Kreissägen neigt der Werkstoff nur selten zum Ausplittern. Trovidur HTS kann bis 3 mm Dicke bei Raumtemperatur auf der Schlagschere geschnitten werden. (Spanende Verarbeitung sonst wie in Prospekt 32/140, 11. 1968 Trovidur HT beschrieben).

Spanlose Formung

Bei Anwendung des Oberdruck-Blasverfahrens soll Trovidur HTS im Umluft-Wärmeschrank auf 180—190 °C erwärmt werden. Nach diesem Verfahren kann ein Formungsverhältnis von 0,75 erreicht werden.

(Versuchsform-Durchmesser 160 mm, Formtiefe 120 mm, Tafel 4 mm dick).

Die max. Reckung beträgt dabei 250 %. Die geringste Wanddicke nach dem Ausblasen kann 0,5 mm betragen.

Trovidur HTS läßt sich ebenfalls gut vakuumformen. Erwärmung dabei durch handelsübliche Wärmestrahler auf 180—190 °C. Das Formungsverhältnis ist etwa wie obenstehend.

Bei Formung von Trovidur HTS mit örtlicher Erwärmung ist zu beachten: Durch die größere Differenz zwischen Einfriertemperatur und Raumtemperatur treten bei der Abkühlung Spannungen auf. Diese nur örtlich vorhandenen Spannungen können Spannungsrisse oder bei Kontakt mit entsprechenden Medien auch Spannungsrißkorrosion verursachen. Deshalb müssen die Spannungen nachträglich wieder abgebaut werden. Bewährt hat sich dabei das einstündige Tempern der fertigen Formteile bei einer Temperatur von 90 °C.

Bei der Verwendung von Trovidur HTS in Verbundbauweise mit Glasfaserkunststoffen ist zu beachten, daß der Inliner vor dem Beharzen getempert wird. Ein nachträgliches Tempern, d. h. nach der Armierung durch GFK, kann zu Spannungsrissen führen.

Schweißen

(siehe auch Prospekt 32/140. 11. 1968 Trovidur HT, Seite 20)

Wärmgasschweißen mit Zusatzwerkstoff

Das Wärmgasschweißen von Trovidur HTS erfolgt nach der Richtlinie DIN 16930.

Schweißgastemperatur 325 °C

Schweißgasmenge 45—50 l/min.

Fügedruck auf Schweißdraht 1,5 kp (3 mm ϕ)

Bei unseren Versuchen wurden folgende Düsen verwendet:

1. Runddüse
2. Herkömmliche Schnellschweißdüse (Duralon)
3. Bei DYNAMIT NOBEL entwickelte Schnellschweißdüse

Nahtform: V-Naht mit Kapplage

Tafeldicke: 4 mm

Schweißdraht- ϕ : 3 mm

Versuchsergebnisse beim Einsatz verschiedener Schnellschweißdüsen

	Schweißdüse		
	1.	2.	3.
Abhebetest nach 3 Sek.	+	+	+
nach 10 Sek.	+	+	+
nach Erkalten	+	+	+
Wertigkeitsverhältnis (Schweißfaktor)	0,93	0,65	0,70
Biegewinkel	120 °	25 °	35 °
Schlagzähigkeit (cmkp/cm ²)			
bei Schlag auf die Naht	20,0	25,7	40,8
bei Schlag auf die Wurzel	15,2	22,6	11,6

Aus den Vergleichszahlen wird deutlich, daß der Einsatz von Schnellschweißdüsen bei der Verschweißung von Trovidur HTS möglich ist.

Es ergeben sich weiter Zeiteinsparungen, wie aus der nachstehenden Tabelle hervorgeht:

Herstellen einer V-Naht mit Kapplage bei 4 mm Tafeldicke

	Schweißdüsentyp (Schweißgeschwindigkeit in cm/min.)		
	Runddüse	Schnellschweißdüse (Duralon)	Schnellschweißdüse (DN)
Wurzeldraht	13,5	33	40
1. Fülldraht	15	30	43
2. Fülldraht	15	30	43
Kapplage	15	30	43
Gesamt-Schweißzeit (Abbrennzeit)	28 min/m	14 min/m	10 min/m

Die Schweißzeiten sind reine Abbrennzeiten. Nebenzeiten wie An- und Absetzen des Schweißdrahtes, Vorbereiten der Naht, Prüfen der Naht bzw. Erholungszeiten für den Schweißer sind hier nicht berücksichtigt.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die physische Belastung des Schweißers bei der DN-Schnellschweißdüse am geringsten ist.

Heizelementschweißen

Trovidur HTS läßt sich bei Heizelement-Temperaturen von 250 bis 260 °C und Schweißdrücken von 4 bis 5 kp/cm² gut schweißen. Bei 4 mm Tafeldicke wurden Schweißfaktoren von 0,7 bis etwa 1,0 erzielt.

Kleben

Mit dem für Trovidur HT entwickelten Lösemittelkleber lassen sich auch bei Trovidur HTS gute Scherfestigkeiten erzielen.

Die Ergebnisse sind mindestens so gut wie bei Trovidur HT.

Unsere einschlägigen Versuche haben Scherfestigkeiten von ca. 100 kp/cm² ergeben.

(Ansonsten verweisen wir auf den Prospekt 32/140.11.1968 Trovidur HT.)

Die Angaben dieser Information sollen Ihnen unsere bisherigen Erkenntnisse und Erfahrungen mit Trovidur HTS vermitteln, ohne daß daraus eine Verbindlichkeit hergeleitet werden kann.