

Dr. Siegfried Grund

TPH GmbH, Gutenbergring 55 C, D-22848 Norderstedt

Ing. Michal Grossmann

CarboTech - Bohemia s.r.o., Lihovarská 10, Ostrava - Radvanice

Tel.: 596 232 801, Fax: 596 232 994, e-mail: grossmann@carbotech.cz

METAKRYLÁTOVÉ GELY CARBOCRYL

Abstract

Introduction of metacrylate gel production range named CarboCryl determined for application in underground construction as well as in civil construction – sealing of water inflows, sealing against soil moisture, sealing of cracks and dilatation joints and for example also for stabilisation of non-cohesive soils. To work with mentioned type of grouting material are suitable only grouting pumps made in non – corrosive workmanship – Minibooster 5U, Booster 10A or Wiwa 14025 Gel.

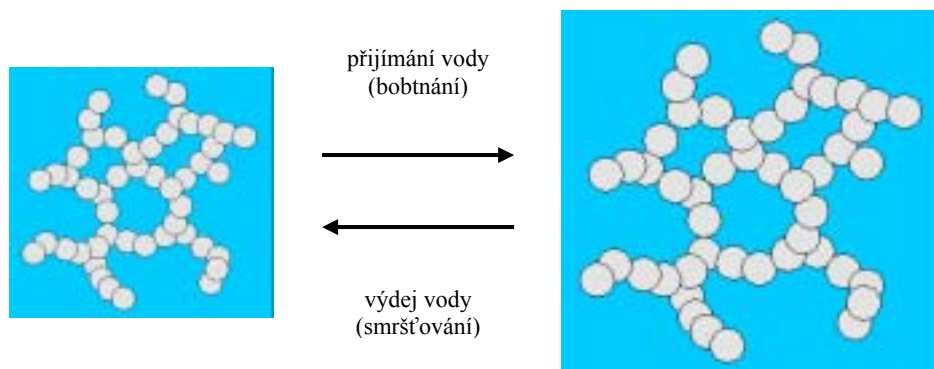
1. Úvod

Již na počátku roku 2003 jsme představili jako novinku v našem sortimentu první ze skupiny metakrylátových gelů – **CarboCryl Hv**. Do konce téhož roku se nám podařilo nabídku rozšířit o další dva typy výrobků z této materiálové skupiny – **CarboCryl Wv** a **CarboCryl T**. Nyní tak můžeme zákazníkům nabídnout ucelený sortiment, s pomocí kterého je možno provádět injekční práce z oblasti utěšňování stavebních konstrukcí proti vztlínající vlhkosti, ochrana konstrukcí proti zemní vlhkosti, utěšňování trhlin v betonových konstrukcích, utěšňování pracovních spár monolitických betonových konstrukcí, stabilizaci jemnozrnných zemin, atd.

2. Charakteristika gelů

Metakrylátové gely jsou tvořeny makromolekulami, skládanými z dlouhých řetězců molekul. Toto uspořádání vnitřní struktury charakterizuje gel jako viskózně-elastickou látku, která má nezaměnitelný vzhled a chování. Výsledný produkt chemické reakce (polymerace) – gel, je trvale pružný materiál, který má velmi dobré mechanické vlastnosti. Důležitou vlastností gelů je jejich hydrofilní chování, tzn. že jsou schopny do své struktury přijímat vodu, aniž by podstatně měnily své vlastnosti. Tím dochází k nárůstu objemu gelu – bobtnání.

Tato reakce je vratná, voda se může z gelu zpětně uvolňovat – dochází ke smrštění. U jednotlivých typů se hodnota bobtnání/smrštění liší.



Obr.č. 1 – Princip hydrofilního chování makromolekul metakrylátového gelu CarboCryl

Metakrylátové gely se aplikují jako dvousložkové injekční materiály se směšovací poměrem složek A:B = 1:1. Složky A i B se připravují ze základních produktů:

$A = (A1 + A2) = (\text{metakrylátový roztok} + \text{katalyzátor})$

$B = (B1 + B2) = (\text{voda} + \text{iniciátor})$

Příprava není složitá, potřebné množství jednotlivých složek je dáno balením hmot z výroby, potřebné množství vody (složka B1) je vyspecifikováno v Technických listech jednotlivých typů gelů CarboCryl. Takto připravené složky jsou přichystány ke zpracování, k němuž jsou určena speciální pneumatická dvousložková čerpadla s vodním výplachem. Povaha složek vyžaduje celonerezovou konstrukci čerpadel.

3. Výhody metakrylátových gelů

Podstatnou výhodou metakrylátových gelů je nízká počáteční viskozita směsi, která je velmi blízká viskozitě vody. Pro srovnání:

petrolej	0,65 mPa.s
voda	1 mPa.s
metakrylátová injekční směs	2 – 5 mPa.s
polyuretanová pryskyřice	100 – 800 mPa.s
med	10.000 mPa.s

Z toho důvodu mají metakrylátové gely velmi dobré penetrační schopnosti podobné vodě. To je předurčuje k utěšňování materiálů s jemnou porézní strukturou a jsou schopné dostat se i do kapilárního systému injektovaných látek.

Praktickou vlastností je možnost regulace doby reakce injekční směsi. Úpravou dávkování složky B2 (iniciátor) je možno ovlivnit délku doby zpracovatelnosti a přizpůsobit se tak

aktuálním podmínkám na stavbě. Lze tak připravit injekční směs s velmi krátkou dobou reakce (řádově sekundy) pro zastavení přítoků vody, nebo směs s dlouhou dobou reakce (řádově desítky minut) pro injektáž málo propustných zemin. Gely CarboCryl Hv a CarboCryl Wv umožňují toto nastavení provádět přímo na stavbě, CarboCryl T je možno upravit pouze přímo ve výrobě podle požadavku zpracovatele.

4. Metakrylátové gely CarboCryl

4.1 CarboCryl Hv

CarboCryl Hv je pružně-elastický materiál s možností nastavení dlouhé doby zpracovatelnosti a relativní roztažnosti hotového gelu 165%, určený pro:

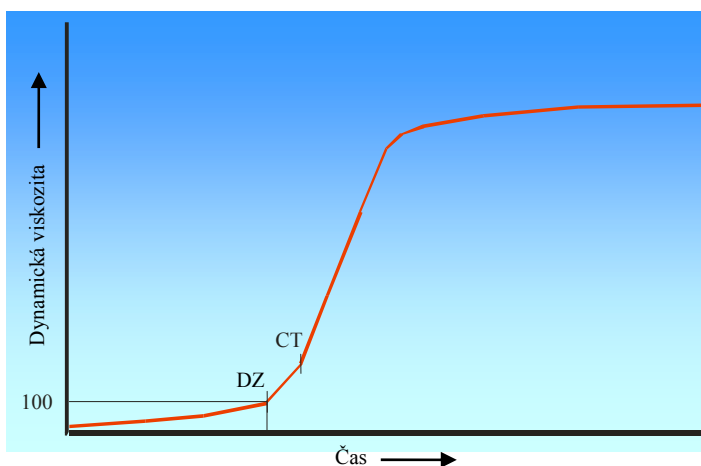
- stabilizaci jemně zrnitých půd
- injektáž trhlin
- utěšňování cihelného zdiva proti vztlínající vlhkosti vytvořením horizontální clony
- utěšňování podzemních stavebních konstrukcí plošnou injektáží
- vytvoření plošné rubové izolace na kontaktu stavební konstrukce se zeminovým prostředím



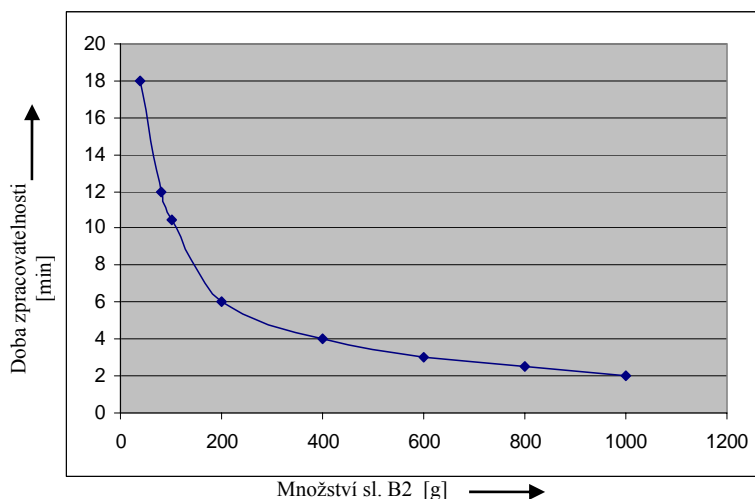
Obr.č. 2 – CarboCryl Hv

Technická data	CarboCryl Hv
Dynamická viskozita směsi	2,46 – 2,66 mPa.s
Doba zpracovatelnosti*	2 – 30 min
Doba gelovatění	10 – 40 min
Konzistence	pružně-elastická
Barva	bílá
Relativní roztažnost	165%
Změna objemu bobtnáním	20%

Graf č. 1 – Nárůst viskozity při polymeraci gelu CarboCryl Hv



Graf č. 2 – CarboCryl Hv - závislost doby zpracovatelnosti na dávkování složky B2 (iniciátor)



4.2 CarboCryl Wv

CarboCryl Wv je pružně-elastický materiál s velmi vysokou relativní roztažností 970%, jehož dobu zpracovatelnosti lze nastavit v krátkých intervalech. Je určen pro:

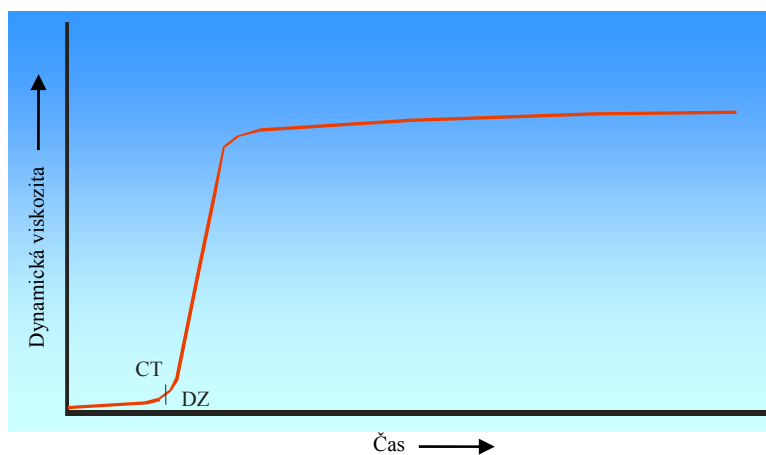
- utěsnění trhlin v betonových konstrukcích
- utěsnění pilotových a larsenových stěn
- utěsnění přítoků z horniny nebo ostění podzemních děl



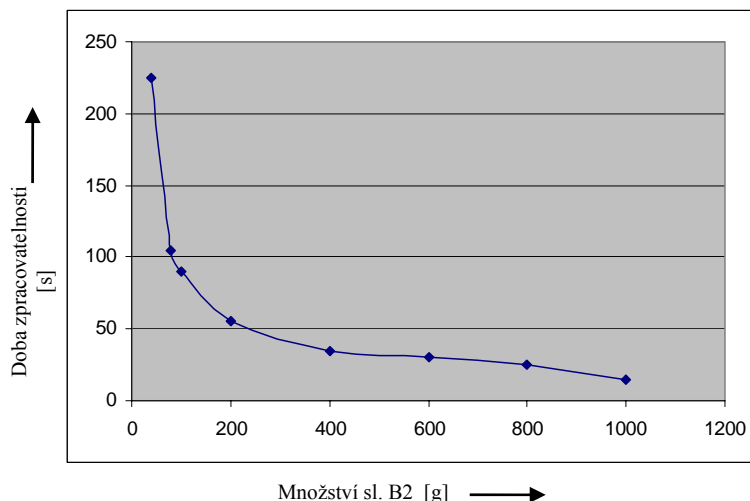
Obr.č. 3 – CarboCryl Wv

Technická data	CarboCryl Wv
Dynamická viskozita směsi	4,4 – 4,6 mPa.s
Doba zpracovatelnosti*	15 s – 4 min
Doba gelovatění	1 – 10 min
Konzistence	pružně-elastická
Barva	bílá
Relativní roztažnost	970%
Změna objemu bobtnáním	100%

Graf č. 3 – Nárůst viskozity při polymeraci gelu CarboCryl Wv



Graf č. 4 – CarboCryl Wv - závislost doby zpracovatelnosti na dávkování složky B2 (iniciátor)



Vzhledem ke svým mechanickým parametrům je CarboCryl Wv vhodný pro utěšňující injektáže trvale aktivních trhlin a spár. Pro sanaci roztažných spár je vhodné používat upravený **CarboCryl Wv Plus**. U tohoto typu výrobku je složka B1 (voda) nahrazena disperzním roztokem **Plus 130801**, který zlepšuje vlastnosti standardního gelu CarboCryl Wv:

- zvětšuje přídržnost k betonu
- snižuje náchylnost ke smršťování (gel má snížený obsah vody)

Takto modifikovaný injekční prostředek si jinak zachovává všechny parametry původního typu, není žádným způsobem ovlivněna viskozita, doba reakce nebo výsledná průtažnost.

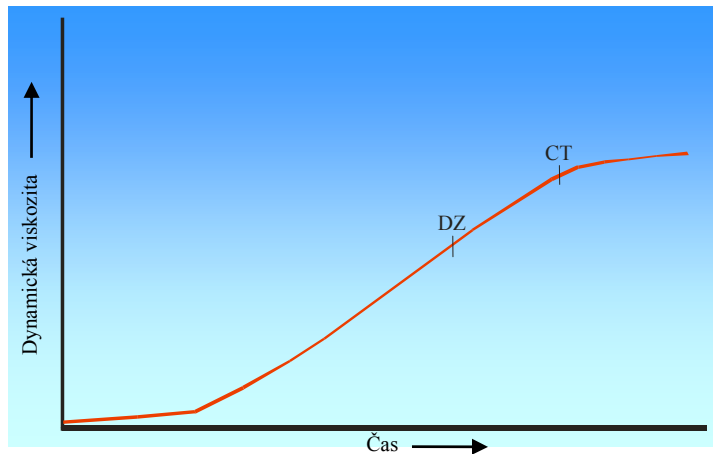
4.3 CarboCryl T

CarboCryl T je speciální typ metakrylátového gelu s použitím výhradně pro utěsnění pracovních spár monolitických betonových konstrukcí přes injekční hadice, vložené do spáry před betonáží (např. systém PREDIMAX ze sortimentu CarboTech - Bohemia s.r.o.). Vzhledem k délce doby reakce je možno počítat i s opakovanou injektáží. Dále je vhodný pro utěšňování zvodnělých trhlin malých šířek.



Technická data	CarboCryl T
Dynamická viskozita směsi	4,1 – 4,2 mPa.s
Doba zpracovatelnosti*	4 – 12 min
Doba gelovatění	20 – 45 min
Konzistence	pružně-elastická
Barva	nažloutlá
Relativní roztažnost	200%
Změna objemu bobtnáním	200%

Graf č. 5 – Nárůst viskozity při polymeraci gelu CarboCryl T



CarboCryl T jako jediný z řady metakrylátových gelů CarboCryl neumožňuje regulaci doby zpracovatelnosti přímo na stavbě, toto nastavení je však proveditelné přímo ve výrobě podle požadavků zákazníka.

Poznámka: * Doba zpracovatelnosti – doba, ve které je nutno aplikovat injekční směs, viskozita směsi narůstá nad 100 mPa.s

5. Zkoušky a certifikace

Všechny tři typy gelů CarboCryl byly podrobeny velkému počtu zkoušek, které prováděly renomované zkušební instituce v Německu. V první řadě se jednalo o zdokumentování fyzikálně-mechanických vlastností nezávislými zkušebními. Dále se provedl velký počet zkoušek, jejichž výsledky dokládají vhodnost metakrylátových gelů CarboCryl pro použití na objektech dopravních staveb, podzemních staveb a pro sanaci netěsností aktivních spár betonových konstrukcí. Pro zjištění vlastností gelu bylo sledováno jeho působení na ocelovou výztuž v betonových konstrukcích, jeho odolnost proti chemickým činidlům, zejména proti naftě, ropě, benzínu, kyselinám a cementovému mléku. Velká pozornost byla věnována ekologické stránce – působení vůči životnímu prostředí, hlavně v kontaktu s podzemní vodou a pitnou vodou. Byly také provedeny zkoušky za účelem zjištění chování gelů v praxi – schopnost vytvoření horizontální clony v cihelném zdivu pomocí nízkotlaké injektáže, schopnost vyplnění trhliny v betonové konstrukci, šíření injekčního média v trhlíně, atd. Výsledky všech zkoušek potvrdily výborné vlastnosti gelů CarboCryl.

Mezi významné instituce, podle jejichž směrnic byly gely CarboCryl zkoušeny, náleží Deutsche Bahn AG (Německé dráhy), WTA e.V. (Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památkové objekty), STUVA e.V. (Výzkumná společnost pro podzemní dopravní stavby).



Obr.č. 5 – CarboCryl Hv – zkoušky provedení rubové izolace v propustných zeminách



Obr.č. 6 – CarboCryl Wv – zkoušky provedení horizontální clony v cihelném zdivu proti vztlínající zemi vlhkosti



Obr.č. 7, 8 – CarboCryl T – zkoušky injektáže pracovní spáry monolitické betonové konstrukce přes injektážní hadici




Na základě výsledků uvedených zkoušek a také doplňkových zkoušek, provedených v ČR, byly metakrylátové gely CarboCryl Hv, CarboCryl Wv a CarboCryl T schváleny pro používání v České republice. Gely CarboCryl Hv a CarboCryl Wv byly navíc schváleny pro styk s pitnou vodou.

6. Injekční čerpadla

Pro zpracování metakrylátových gelů CarboCryl je nezbytné používat pouze doporučená a schválená čerpadla, která mají celonerezovou konstrukci. Nelze použít běžná čerpadla na polyuretanové pryskyřice z několika důvodů:

- nízká viskozita složek metakrylátového gelu neumožňuje jejich čerpání
- agresivita složek by způsobila korozi ocelových částí čerpadla
- stykem s ocelovými částmi by došlo ke ztrátě reaktivnosti směsi

Osvědčenými čerpadly pro injekční práce v podzemním a pozemním stavitelství jsou typy **Minibooster 5U**, **Booster 10A** a **Wiwa 14025 R/F**. Ve všech případech se jedná o vysokotlaká pneumatická plunžrová dvoučinná čerpadla se separátním čerpadlem pro vodní výplach injekční pistole. Jsou určena pro zpracování akrylátových gelů s poměrem mísení 1:1. Jejich konstrukce je velmi obdobná, rozdíly jsou v dosahovaných výkonech, což určuje oblasti jejich nasazení.

			
Typové označení	Minibooster 5U	Booster 10A	Wiwa 14025 Gel
Převodový poměr tlaků	1:20	1:30	1:25
Max. dopravní výkon	5,4 ltr/min	10 ltr/min	8 ltr/min
Max. množství na 1 takt	60 cm ³	80 cm ³	80 cm ³
Pracovní tlak	0 – 160 bar	0 – 240 bar	0 – 200 bar
Potřeba jmenovitého objemu vzduchu	250 ltr/min	450 ltr/min	400 ltr/min
Rozměry šxdxv	50 x 25 x 82 cm	50 x 30 x 100 cm	55 x 50 x 100 cm
Hmotnost	cca 30 kg	cca 60 kg	cca 47 kg
Použití	Injektáže malého rozsahu: těsnicí injektáže zdiva, injektáž trhlin, plnění injektážních hadic	Injektáže velkého rozsahu: stabilizace zemin, těsnicí injektáže v podzemním stavitelství	Injektáže středního rozsahu: těsnicí injektáže zdiva, injektáž trhlin, plnění injektážních hadic