

Újszerű betonhűtési módszer forró nyarakra

HERCZEG ISTVÁN alkalmazástechnikai mérnök
Messer Hungarogáz Kft.
www.messer.hu

A nyári, hosszantartó meleg időszakokban a betonozási munkák kivitelezése, különösen minőségi, nagy tömegű betonok esetében nehézségekbe ütközik – nem terül a beton, a kötésnek indult beton megrepedhet.

A Messer alkalmazástechnikai munkatársai erre a problémára kerestek és találtak újszerű megoldást. Az utóbbi évek folyamán egy sor hűtési technológiát teszteltek és tanulmányoztak a friss beton hőmérsékletének csökkentésére, melyek közül a gyakorlatban a következők bizonyultak hatékonynak:

- Alacsony hidratációs hőjű kötőanyag alkalmazása.
- Hozzáadott víz hűtése.
- A beton alkotórészeinek hűtése vízpermettel.
- Lándzsás hűtés cseppfolyós nitrogénnel (LIN-liquid nitrogen) a mixer kocsiban.
- Jégpelyhely, illetve kriogén-hó hozzáadása víz helyett.
- Cementhűtés.

A gyakorlatban az előző módszerek közül választanak egy technológiát, vagy több technológia kombinációját, attól függően, hogy milyenek a helyi adottságok, ill. mi az elérni kívánt frissen kevert beton hőmérséklete. A betontechnológiai szakem-

berek befolyásolhatják a hőmérsékletet a receptura összeállításával is: pl. alacsony hidratációs hővel rendelkező cement használatával. Néhány fontosabb cementfajta hidratációs hője az 1. táblázatban található.

A folyamatosan meleg időszakokban további hőmérsékletcsökkenés érhető el a kavicsdepók vízpermettel történő hűtésével. Amennyiben az alacsony hidratációs hőjű cement és a kavicsdepó hűtése mellett továbbra is az elfogadhatónál magasabb a frissbeton hőmérséklete, szükségessé válhat a cement és/vagy a hozzáadott víz hűtése, esetleg cseppfolyós nitrogén bevetése a mixergépkocsikban.

A múlt évben a Frissbeton Kft. a kecskeméti Mercedes-Benz üzem nyári betonozási munkáihoz keresett hűtési technológiát, ami az elvárt minőségi követelményeket teljesíteni tudja és képes kezelni a várható betonmennyiséget. A feladat nagyságát a következő számok jellemzik: a gyár területe 441 hektár, az épületek összes alapterülete 310.000 m², az építkezéshez bedolgozott összes beton mennyisége kb. 160.000 m³ (Forrás: Frissbeton).

A projekt előkészítésénél figyelembe vettük a recepturában szereplő anyagok hőmérsékletét és azok fajhőjét: cement 60°C, kavics/sóder 35°C, víz 20°C. A következő képlet segítségével kiszámoltuk a várható frissbeton hőmérsékletet, kb. 35°C adódott, ami meghaladja az elvárt elfogadható szintet.

$$T_{bo} = \frac{m_z \cdot c_z \cdot T_z + m_g \cdot c_g \cdot T_g + m_w \cdot c_w \cdot T_w}{C_{bo}}$$

Ahol:

m_z : cement mennyisége [kg/m³]

m_g : adalékanyag mennyisége [kg/m³]

m_w : víz mennyisége [kg/m³]

$c_z = 1,0$ kJ/kgK: cement fajhője



1. ábra Betongyári installáció

$c_g = 1,0$ kJ/kgK: adalékanyag fajhője

$c_w = 4,2$ kJ/kgK: víz fajhője

T_z : cement hőmérséklete [K]

T_g : adalékanyag hőmérséklete [K]

T_w : víz hőmérséklete [K]

T_{bo} : frissbeton hőmérséklete [K]

Amennyiben a cement hőmérsékletét 20 °C-ra csökkentjük, a frissbeton kb. 29,5 °C lesz. Tovább csökkenthetjük a frissbeton hőmérsékletét pl. a hozzáadott víz hűtésével 20 °C-ról 4 °C-ra, illetve csökkenteni lehet a kavicsdepóba betárolt kavics vízpermettel való hűtésével is.

A Frissbeton Kft. kiemelten kezelte a kecskeméti Mercedes projektben való részvételt, ezért komoly erőfeszítéseket tett, hogy a nyári kánikulai időjárási körülmények között is elfogadható minőségű és hőmérsékletű frissbetonnal lássa el a betonozási munkákat végző partnereit. A feladat megoldására kétféle, cseppfolyós nitrogénnel történő hűtési technológia közül választott – lándzsás hűtés vagy cementhűtés. A cementhűtés mellett két fontos érv szólt – nem kell külön kezelőszemélyzet a lándzsák kezeléséhez, valamint a nitrogén hidegenergiája szinte 100%-ban a cement (frissbeton) hűtésére hasznosul, míg a lándzsás hűtés szinte csak a párolgási hőt hasznosítja, az elpárolgott hideg nitrogén gáz jelentős ködképződés mellett a környezetbe kerül (2. ábra). További előnye a „lándzsás” hűtéssel szemben, hogy a mixergépkocsi ki-

Cementfajták		Hidratációs hő (l/g)
Portland-cement	CEM I	375 ... 525
Portland pucoláncement	CEM II/A-P	315 ... 420
Égetett/agyapala-portland-cement	CEM II/A-T	360 ... 480
Kohósalak cement	CEM III/A	355 ... 440
Aluminát cement		545 ... 585

1. táblázat Cementek hidratációs hője

használtsága javul, mivel nincs hűtés miatti állásidő.

Lándzsás hűtés jellemzői számokban

- Hatékonyság: kb. 30-50% ➡ 12-18 kg LIN/m³K
- Maximális hűtési teljesítmény: 1-2 K/m³, 3-5 perc alatt, mixergépko-csínként

Cementhűtés (cementsiló hűtése) főbb jellemzői

- Hatékonyság: kb. 99% ➡ 27.000 kg cement hűtéséhez 70 °C-ról 20 °C-ra kb. 3.200 kg LIN szükséges.

A cement 50°C fokkal való hűtése a beton hőmérsékletét 5 °C fokkal csökkenti. Hosszabb tárolás során sem melegszik fel a silóba betárolt cement.

- Max. hűtési teljesítmény: a frissbeton hőmérsékletére kb. 7-10 K/m³

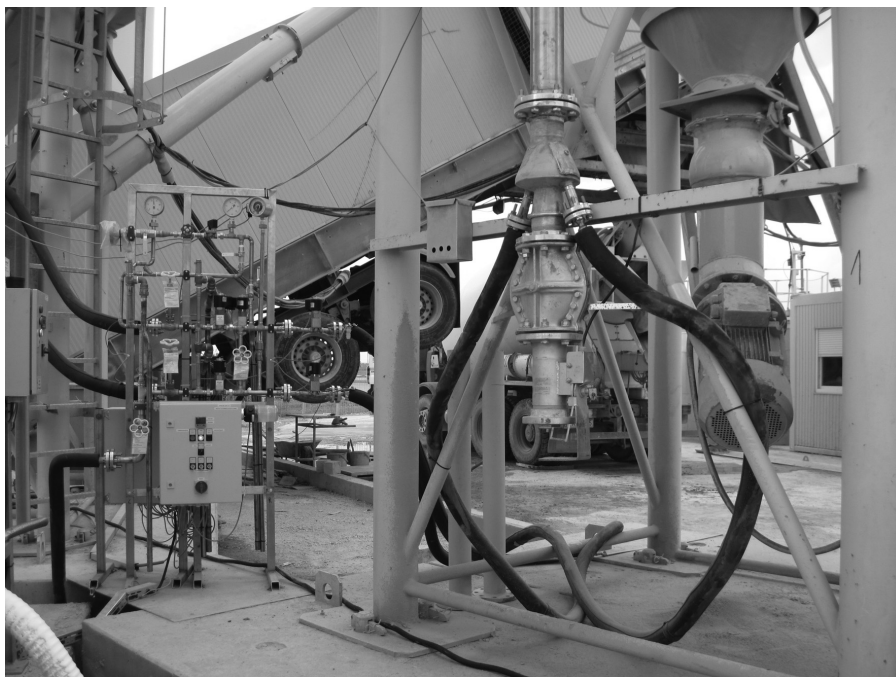
Cementhűtés előnyei a lándzsás hűtéssel szemben

- homogén eloszlás a frissbetonban, nincs lokális túlhűlés,
- gyors és teljes oldódás a keverés alatt,
- költséghatékony felhasználás a jó hőátvitel miatt,
- egyszerű adagolás.

A kecskeméti Mercedes üzem betonozási munkáit a forró nyári napokon zömében az éjszaka folyamán végezték, ezzel is csökkentve a meleg kedvezőtlen hatását. A beton elfogadható hőmérsékletét a cement hűtésén kívül a passzív depókban alkalmazott



2. ábra Az elpárolgó hideg nitrogén gáz ködképződés mellett a környezetbe kerül



3. ábra A cementhűtő és cseppfolyós nitrogén ellátó rendszer

vízpermet-hűtéssel, alacsony hidratációs hővel rendelkező cement alkalmazásával sikerült elérni.

A cementhűtő rendszer kiépítése a már telepített betonkeverő üzem működése közben minimális átalakításokkal járt. Beépítésre került egy cseppfolyós nitrogén befúvó vezérlő/elosztó egységgel, valamint a porleválasztást kellett a megváltozott körülményekhez adaptálni. A cementhűtő és cseppfolyós nitrogén ellátó rendszer kiépítése és beüzemelése a két silónál, a keverőtelep működése közben, két napig tartott. A cementszállító járműből a silóba történő átfúvatás (3. ábra) ugyanúgy történt, mint az átalakítás előtt (a cement átfejtési ideje kissé megnőtt).

A Cryoment cementhűtő eljárás jellemzői

- A friss beton hőmérséklete széles tartományban beállítható.
- Nagy hűtési hatékonyság.
- Megbízható adagolás.
- Bármekkora beton mennyiséghez alkalmazható.
- Jó, ill. nagyon jó hidegenergia hasznosítás.
- Plusz kezelő személyzetet nem szükséges.

Az elmúlt évben a Frissbeton Kft. a kecskeméti Mercedes-Benz üzem építkezésén felállított keverő üzemében a nyári betonozási munkáknál a

Messer hűtési technológiájával sikerült biztosítani a 30 °C alatti beton hőmérsékletet anélkül, hogy az a keverő üzemet működtető kezelő személyzetnek plusz terhet jelentett volna. Ebben a projektben mutatkozott be először Magyarországon a Cryoment cementhűtési technológia, és bizonyította, hogy adott körülmények mellett ez lehet az optimális megoldás.