

אגירת אנרגיה תרמית

שיפור פרופיל צריכת החשמל של מערכות מיזוג אוויר מרכזיות הוא אינטרס לאומי, וגם אחד מקווי המדיניות של חברות החשמל בעולם בכלל, ושל חברת החשמל לישראל בפרט, בכל האמור בניהול עומס בתחום הצרכנות (DEMAND-SIDE MANAGEMENT). הסטת הפעולה של מערכות/מכשירים מסוימים משעות שיא הביקוש לשעות השפל מניבה תשלום מופחת עבור צריכת החשמל במסגרת תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה (תע"ז). הדבר מושג בין היתר על-ידי אגירת אנרגיה תרמית (Thermal Energy Storage) בשעות השפל וניצולה בשעות שיא הביקוש של המערכת, כפי שיפורט בהרחבה במאמר זה.

במקרים שבהם נדרשת תפוקת קירור גדולה לזמן קצר, כגון באולמי ספורט, בתיאטרות, באולמי אירועים, ובחלק מתהליכים תעשייתיים מסוימים, שימוש במאגר קור מוזיל בהרבה את העלות הראשונית של המערכת.

שיפור היעילות האנרגטית של המערכת: במערכת קונבנציונלית, יחידות הקירור פועלות רוב הזמן בעומס חלקי, דבר המקטין את היעילות האנרגטית של המערכת. שילוב של מאגר קור במערכת מאפשר הפעלה של יחידות הקירור בעומס מלא, דבר המבטיח פעולה ביעילות מרבית. זאת ועוד, היות שתהליך האגירה מתבצע בדרך כלל בשעות הערב והלילה, שבהן הטמפרטורה החיצונית נמוכה יחסית, משתפרים תנאי העבודה של המערכת, כך שהיא פועלת בניצול גבוה יותר (חל שיפור במקדם היעילות COP של המערכת).

אספקת קירור בזמן הפסקת חשמל: על-פי רוב, מערכות מיזוג אוויר קונבנציונליות נחשבות כעומס לא חיוני, ולכן בהפסקת חשמל הן מושבתות (אין מקבלות אספקה מגנרטור חירום). שילוב של מאגר קור במערכת מאפשר לספק את הקירור מהמאגר גם בזמן הפסקת החשמל, לאחר שתובטח הספקת חשמל מגנרטור חירום ליחידות העזר של מאגר הקור (משאבות סיחור ומפוחים), שהספקן נמוך יחסית ואינו מהווה מעמסה על הגנרטור.

הגנה טובה יותר בפני שריפה: קיום מאגר מים קרים משפר את מערכת ההגנה של המבנה בפני שריפה, ועשוי לזכות את הצרן גם בהנחה בדמי הביטוח.

אגירת חום (Heat Storage)

אגירת חום להסקה (Heat Storage) במערכות מיזוג אוויר מרכזיות עדיין איננה נפוצה. כיום מערכות החימום בנויות ופועלות כמערכות נפרדות, ומופעלות באמצעות דלקים או גופי חימום חשמליים.

לאחרונה, קיימת מגמה של מעבר משימוש בטכנולוגיות דלקיות לטכנולוגיות המבוססות על חשמל והפעלתן בעיקר בשעות השפל, תוך ניצול תעריף התע"ז. הטכנולוגיות החשמליות כוללות בעיקר את שתי השיטות הבאות: שימוש במערכות קונבנציונליות (הפיכת אנרגיה חשמלית לאנרגיה תרמית באמצעות גופי חימום חשמליים); שימוש במשאבות חום הפועלות גם במחזור קירור וגם במחזור חימום (שאיבת חום מהאנרגיה החופשית הטמונה באוויר, בקרקע ובמים, והעברתו לתווך (Medium) שני לצורכי חימום מים או אוויר). השימוש בהן הולך וגובר, כיוון שיעילותן גבוהה ביחס לשיטות חשמליות קונבנציונליות.

השימוש בשתי השיטות הללו כאמצעי להסטת הצריכה מפסגה לשפל תוך ניצול תעריף התע"ז מצריך אוגר מבודד המשמש לאגירה של המים החמים בשעות השפל, לשם ניצולם בשעות הפסגה.

נציין, שניתן לשלב עם מערכת אגירת חום גם מערכות סולאריות (קליטת האנרגיה האצורה בקרני השמש), שמספקות בחלק משעות הפסגה אנרגיה תרמית חופשית וזמינה, ובכך מסייעות לכלל התהליך.

מטרת הפעולות לניהול עומס החשמל היא להשפיע על פרופיל צריכת החשמל של הצרכנים, ולהביא לשינויים בעקומת העומס של מערכת החשמל הארצית, בדרכים אשר תהיינה לתועלת ציבור הצרכנים, המשק הלאומי וחברת החשמל כאחד. התועלת לצרכן נובעת משליטה ובקרה טובות יותר על צריכת החשמל והפחתת העלויות הנובעות מצריכה זו. התועלת לחברת החשמל ולמשק הלאומי נעוצה בכך ששינויים בעיתוי הביקוש לחשמל ובגודלו תורמים לניצול יחידות הייצור ביעילות רבה יותר ובעלויות נמוכות יותר, וכן לשיפור אמינות אספקת החשמל ואיכות הסביבה. בטווח הארוך, לניהול עומס יש השלכות רבות ומשמעותיות על קביעת המדיניות של משק החשמל של המדינה.

אגירת אנרגיה תרמית (Thermal Energy Storage) - קור או חום, היא אחת הדרכים לניהול עומס במיתקנים ובמבנים מסחריים וציבוריים שבהם מותקנות מערכות מיזוג אוויר וחימום מרכזיות, ומערכות לחימום מים (לרבות לצורכי הסקה), והיא מתאימה גם ליישום בתהליכים תעשייתיים מסוימים. למעשה, אגירת אנרגיה מתבטאת בהפעלת מערכות הקירור/ החימום בשעות השפל, וניצול האנרגיה האגורה בשעות הפסגה. עיקרון זה מעורר עניין הן בחברת החשמל והן בקרב צרכני תע"ז (תעריף על-פי עומס המערכת וזמן הצריכה), שהחויב בעד צריכת החשמל במיתקניהם מחושב לפי תעריף המשתנה על-פי שעות היממה, ימות השבוע ועונות השנה.

התועלת למשק הלאומי כתוצאה מיישום של מערכות אגירת אנרגיה - "יישור הקו"

יישום של מערכת אגירת אנרגיה מהווה פוטנציאל לשיטוח עקומת העומס היומי במערכת החשמל הארצית, ולהקלה בהתמודדות עם אספקת הביקושים הגבוהים במערכת בשעות השיא.

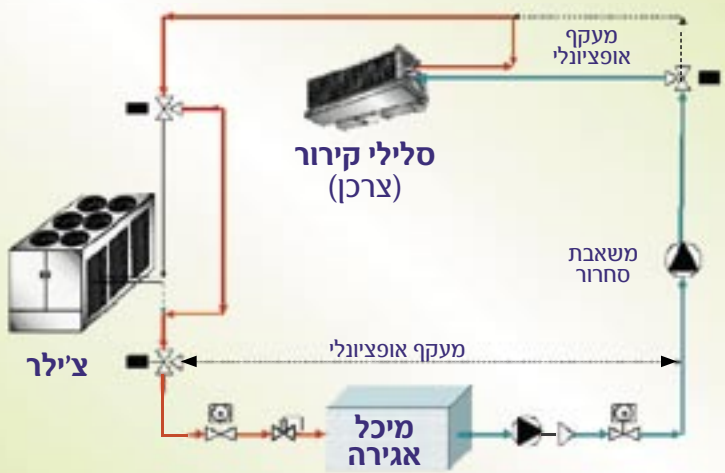
התועלת לצרכן כתוצאה מיישום של מערכות אגירת אנרגיה - חיסכון בהוצאות לחשמל

מנקודת הראות של הצרכנים, יישום של שיטה זו עשוי להביא להקטנת הוצאות האנרגיה, בשל המחיר לקוט"ש, שהוא הנמוך ביותר בשעות השפל, לעומת המחיר בשאר שעות היממה. נוסף על החיסכון בהוצאות החשמל הנובע מניצול התעריף המוזל בשעות השפל, קיימים יתרונות נוספים ביישום של מערכות לאגירת קור, וביניהם:

- הקטנת העלות הראשונית של המערכת:**
 - במערכת חדשה, שילוב של מאגר קור מאפשר להסתפק ביחידות קירור בעלות תפוקה קטנה יותר בהשוואה למערכת קונבנציונלית. כתוצאה מכך ניתן לחסוך בעלות של ציוד הקירור, בהתקנה של ציוד החשמל הנדרש (לוחות, כבלים וכדומה), ובתשלום עבור גודל חיבור החשמל למיתקן.
 - במערכות הנמצאות בשלבי תכנון, או במערכות קיימות שבהן מתוכננת החלפה של יחידות קירור (כתוצאה מבלאי), או הוספה של יחידות קירור כתוצאה מגידול בצורכי הנפח הממוזג, עשוי יישום של שיטה זו להביא להקטנת ההשקעות הנדרשות לרכישת ציוד קירור.

באיור וב' מוצג תיאור עקרוני של מחזור פריקת אנרגיית הקור מהמים הקרים שבאוגר, והפנייתה לשם קירור באזורים השונים במיתקן. המים הקרים נשאבים מתחתית מיכל האגירה, ומסוחררים דרך סלילי הקירור באזורים השונים של הבניין. המים קולטים חום מהאוויר באזורים הממוזגים, ומוחזרים אל חלקו העליון של האוגר.

איור ו ב': תיאור סכימתי של מחזור הפריקה במערכת אגירת מים מקוררים



(מקור: Environmental Process Systems Ltd - Thermal energy storage, design guide 2005)

אחת הבעיות שעליהן יש להתגבר במערכות אגירת קור באמצעות מים קרים היא ערבוב המים החוזרים חמים מהמיתקן במחזור הפריקה עם המים המקוררים, המצויים באוגר. ערבוב המים גורם לעלייה מהירה של טמפרטורת המים באוגר, ובסופו של דבר - לביטול כושר הקירור של המים, ולבזבז חלק מהאנרגיה שהושקעה בקירור המים. קיימות מספר טכניקות אשר מסייעות לבלום ולהשהות את ערבוב המים, ביניהן שימוש במספר מכילי אגירה, ממברנות, וסתי מים ועוד.

אחת השיטות הנפוצות למניעת הערבוב של המים היא ריבוד המים בשכבות. שיטה זו נחשבת לפשוטה והיעילה ביותר, והיא מתבססת על הנטייה הטבעית של המים להסתדר בשכבות אופקיות, כאזורי טמפרטורה שונים, על-פי צפיפותם. צפיפות המים קשורה ישירות לטמפרטורה שלהם: ככל שטמפרטורת המים קרה יותר, המים נעשים צפופים יותר - מים בטמפרטורה של 4 מעלות צלסיוס נאספים בחלקו התחתון של האוגר, ומים בטמפרטורה של 10-18 מעלות צלסיוס נאספים בחלקו העליון של האוגר. איזור הפרדה בין השכבות קרוי "תרמוקליין" (thermocline), איזור מרובד ובו מפל טמפרטורה תלול. ככל ששכבת התרמוקליין דקה יותר, כך קטנים הפסדי הערבוב (פונקציה של תכנון נכון של המערכת). פרופיל הטמפרטורה באוגר מוצג באיור 2.

גורמים נוספים משפיעים על ריבוד המים באוגר, ובהם הגיאומטריה של האוגר, שיטות הכניסה והיציאה של המים מהאוגר, ומעבר החום בין האוגר לסביבה החיצונית.



מיכלי אגירת קור למיזוג אוויר

אגירת קור (Cool Storage)

מערכות עם אגירת קור מסוגות בדרך כלל לפי התווך האוגר את אנרגיית הקירור, ולפי משטר האגירה (אגירה חלקית או מלאה).

מיון המערכות לפי תווכי האגירה (Storage Media):

מערכות עם אגירת מים מקוררים (Chilled Water Storage)

מערכות אלה מנצלות את יכולת קיבול החום של המים במצב נוזלי. כמות אנרגיית הקור שניתן לאגור במיכל אגירה המכיל מים שהמסה שלהם היא m, מחושבת כך:

$$Q_s = mc\Delta T$$

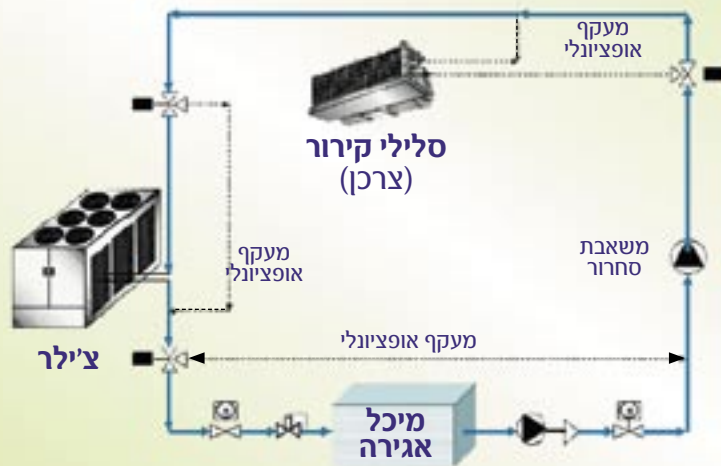
Q_s = כמות האנרגיה המיועדת לאגירה [kcal]
 c = החום הסגולי של המים

$$c = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{C}^\circ}$$

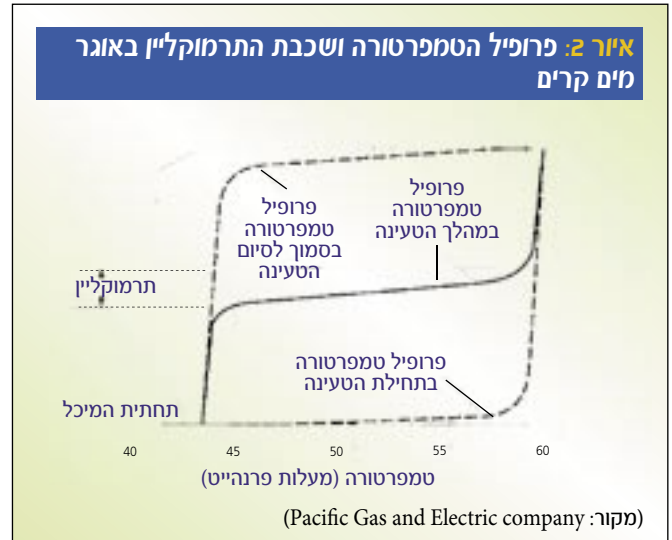
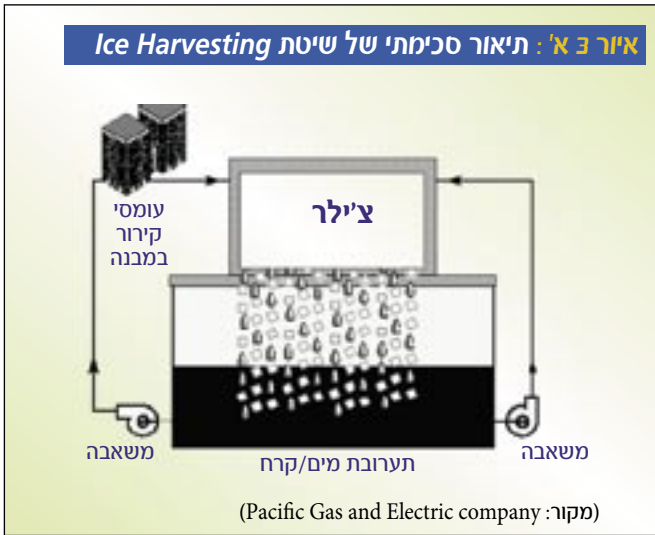
$T = \Delta$ הפרש בין טמפרטורת המים בתחילת מחזור האגירה T_r לבין טמפרטורת המים בסוף המחזור T_s [C°] בדרך כלל: $T_r = 10^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C}$
 $T_s = 3^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C}$
 m = מסת המים הנדרשת לאגירת אנרגיה Q_s [kg]

המערכת, באופן בסיסי, מורכבת מיחידת מיזוג אוויר קונבנציונלית על כל מרכיביה, ומאוגר מים קרים בעל רמת בידוד תרמי גבוהה. קיבולת האגירה תלויה בהפרש שבין טמפרטורות המים אשר חוזרים ממערכת הקירור של המיתקן לבין זו של המים הקרים אשר נאגרים באוגר. באיור ו א' מוצג תיאור עקרוני של פעולת המערכת במחזור הטעינה. כלומר תהליך ייצור של המים הקרים שמיועדים לאגירה. המים נשאבים מחלקו העליון של האוגר, ומסוחררים באמצעות משאבת סיחרור דרך מחלף חום בצד המאדה (Evaporator) של יחידת הקירור (Chiller). המים המקוררים מוחזרים לחלק התחתון של מיכל האגירה, וחוזר חלילה, עד שכל כמות המים הנשמרת באוגר מגיעה לטמפרטורה של כ-3-4 מעלות צלסיוס. בדרך כלל, במצב של טעינה/אגירת הקור, אין הזרמת מים קרים לסלילי הקירור (Cooling Coils) במיתקן.

איור ו א': תיאור סכימתי של מחזור הטעינה במערכת אגירת מים מקוררים

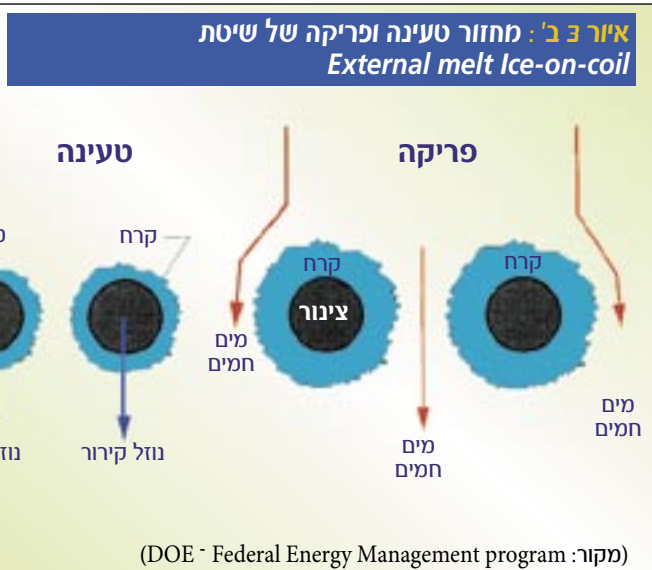


(מקור: Environmental Process Systems Ltd - Thermal energy storage, design guide 2005)



המסה חיצונית של קרח שמתגבש על מחליף חום צינורי (External melt Ice-on-coil)

בתהליך הטעינה מסוחרר נוזל קירור מישני (קרר) בתוך מחליף חום צינורי שטבול במיכל מים, ומתגבש קרח על צידם החיצוני של הצינורות. פריקת המאגר מתבצעת באמצעות סיחור של מים "חמים" (מים שחוזרים ממערכת מיזוג האוויר) ישירות לאוגר ועל פני הצינורות, תוך המסת הקרח שהתגבש עליהם (איור 3ב').



המסה פנימית של קרח שמתגבש על מחליף חום צינורי (Internal melt Ice-on-coil)

בתהליך הטעינה מסוחרר נוזל קירור מישני (קרר) בתוך מחליף חום צינורי שטבול במיכל מים, ומתגבש קרח על צידם החיצוני של הצינורות. פריקת המאגר מתבצעת באמצעות סיחור של נוזל קירור חם יותר בתוך הצינורות, תוך המסת הקרח שהתגבש עליהם. (איור 3ג').

מערכות עם אגירת קרח (Ice Storage)

במערכות אלה מוצלים את יכולת קיבול האנרגיה של מים במעבר ממצב נוזלי (מים) למוצק (קרח). מערכות עם אגירת קרח יכולות לאגור כמות אנרגיית קירור גדולה בהרבה מאשר מערכות עם מים מקוררים, בהתייחס לאותה יחידת נפח. הסיבה העיקרית לכך היא, ששינוי מצב הצבירה של המים - ממצב נוזלי ובטמפרטורה של 0 מעלות צלסיוס לקרח בטמפרטורה של 0 מעלות צלסיוס, מלווה בהקטנת האנרגיה הפנימית של המים בשיעור של 80 קילו-קלוריות לליטר מים. יתר על כן, מקובל לקרר את הקרח לטמפרטורה של כ-3 מעלות צלסיוס מתחת לאפס, ופעולה זו מגדילה את יכולת אגירת הקור של המערכת. כתוצאה מכך ניתן להסתפק במערכות עם אגירת קרח בנפח אגירה קטן יותר מאשר במערכות עם אגירת מים מקוררים. עקרון הפעולה של מערכת עם אגירת קרח במחזורי טעינה ופריקה דומה לזה של מערכת עם אגירת מים קרים.

בצד היתרון של מערכות עם אגירת קרח, הקטנת נפח האגירה, קיים החיסרון הנובע מהצורך להפעיל מדחסים בטמפרטורת אידוי נמוכה מאוד הנדרשת לייצור של הקרח, בהשוואה לטמפרטורת האידוי הנדרשת במערכות עם אגירת מים מקוררים: ככל שטמפרטורת האידוי נמוכה יותר, כך יורדת יעילות המדחסים, וכתוצאה מכך נדרשת יותר אנרגיה חשמלית לשם יצירת הקרח. קיימות מספר טכנולוגיות אגירת קרח עיקריות, כדלקמן:

צילר קרח (Ice Harvesting):

בטכנולוגיה זו מתגבש קרח על המאייד ומשתחרר באופן מחזורי כחלקיקי קרח לתוך אוגר המים, אם בתהליך של הפשרה (Defrost) ואם באמצעים מכניים. עומס הקירור הנדרש מסופק באמצעות המים הקרים שנשאבים מהמיכל (איור 3א'). החיסרון הבולט של טכנולוגיה זו הוא תהליך ההפשרה, היות שנדרשת בקרה ייעודית מדויקת כדי להקטין את איבודי האנרגיה של המערכת. יש מערכות שבהן נעשה שימוש יעיל בחום שנפלט מהמאיידים בתהליך הקירור כאנרגיה הנחוצה לתהליך ההפשרה.

אגירת קור במלח ניתך (Eutectic Salt) / בחומרים משני פאזה (Phase-Change Material)

כאשר חומר משנה את מצב הצבירה שלו, זהו שינוי פאזה. במהלך שינוי מצב צבירה - קפיאה, המסה/התכה, עיבוי ואידוי, החומר משחרר או קולט כמות גדולה של אנרגיה תרמית, ללא שינוי בטמפרטורה. אנרגיה זו נקראת חום כמוס (Latent Heat). חומר שאוגר אנרגיה בצורת חום כמוס קרוי חומר משנה פאזה.

מים הם חומר האגירה העיקרי והנפוץ ביישומים של מערכות חימום ומיזוג, אולם תהליכים תעשייתיים או אף מסחריים דורשים לעיתים קירור/הקפאה בטמפרטורות ייעודיות שלא ניתן ליישם באמצעות שימוש במים. לעומתם, חומרים משני פאזה הם חומרים שניתן להקפיאם ולהתיתם בטמפרטורות נבחרות בתחום שבין מינוס חמש מעלות צלסיוס לבין 190 מעלות צלסיוס. הנפוצות ביותר בשימוש במערכות אגירת אנרגיה הן תערובות אשר אוגרות אנרגיה בנקודת קיפאון/התכה של 8 מעלות צלסיוס, אשר מאפשרת שימוש בצידוד קירור סטנדרטי ללא צורך בקירור מוגבר. יתרה מזאת, חומרים אלה אוגרים יותר חום ליחידת נפח בכמות של פי 14-5 מאשר מים.

טכנולוגיה זו מיושמת באמצעות הכנסה של תימלחת החומרים משני הפאזה לתוך לבנים או כדורים שעשויים מחומר פלסטי קשיח, אשר טבולים במי מיכל האגירה. השימוש בחומרים אלו כתווך לאגירת קור מאפשר, לדברי היצרנים, לשלב את יתרונות אגירת הקור במים ובקרח, תוך צמצום החסרונות שלהן. זאת, משום שבאגירת קור עם מלח ניתן לאגור כמות אנרגיה גדולה יותר בנפח קטן יותר (בהשוואה למערכות עם אגירת מים), תוך כדי הפעלת מערכות הקירור ביעילות גדולה יותר (בהשוואה למערכות עם אגירת קרח).

בטבלה 1 מוצגים מאפיינים עיקריים של שיטות אגירת אנרגיה, המובדלות בתווכי אגירה שונים.

טבלה 1: מאפיינים של שיטות אגירת קור עם תווכי אגירה שונים				
תווך האגירה	נפח (מ"ק לקוט"ש)	טמפ' אגירה (מעלות צלסיוס)	טמפ' פריקה (מעלות צלסיוס)	הספק מערכת הקירור (קו"ט לטון קירור)
מים מקוררים	0.085-0.169	4-7	5-8	0.6-0.7
קרח	0.019-0.026	0	1-2	0.95-1.3
חומר משנה פאזה/מלח ניתך	0.048	8	9-10	0.6-0.7

(מקור: E Source Companies LLC)

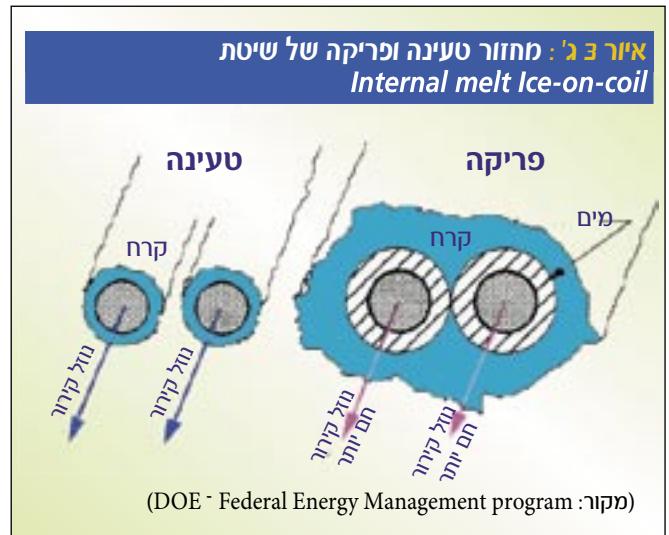
מיון מערכות עם אגירת קור לפי אופן פעולתן

ניתן למיין את מערכות האגירה לפי משטר פעולתן באגירה (אגירה מלאה או אגירה חלקית). אופן הפעולה הנדרש ממערכת לאגירת אנרגיה מכתוב הן את ההספק החשמלי של מערכות הקירור והן את נפח האגירה הנחוץ.

מערכות עם אגירה מלאה של אנרגיה

במערכות עם אגירה מלאה של אנרגיה יש נפח אגירה, אשר מאפשר לספק את הדרישה היומית הכוללת למיזוג אוויר בשעות השיא, ללא צורך בהפעלת יחידות הקירור הקונבנציונליות. בשעות אלה פועלים אך ורק משאבות לסירור המים ומפוחים לאספקת אוויר.

באזור 4' מוצג פרופיל העומס היומי של אותן יחידות קירור, המהוות חלק ממערכת מיזוג אוויר עם אגירת קור מלאה. במצב זה, מערכות הקירור מופעלות בשעות השפל בלבד, לשם אגירת קור. כתוצאה מכך, הביקוש המרבי קטן בשיעור השווה להספק הכולל של יחידות הקירור.

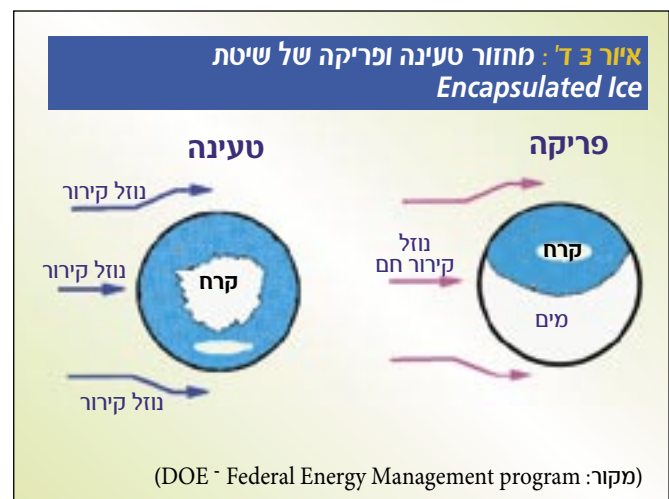


תרחיף קרח (Ice Slurry)

טכנולוגיה זו מבוססת על אגירה של מים (או מים עם נוזל קירור) בתערובת דלילה קפואה באופן חלקי - תערובת של מים עם גבישי קרח. לטכנולוגיה זו יתרון בולט - אפשרות להפיק קרח באופן נפרד מהאוגר שלו - וכן קיימת אפשרות להגדיל את צפיפות מעבר האנרגיה באמצעות סיחורו של התרחיף עצמו, יותר מזו אשר משיגים באמצעות סיחורו של נוזל קירור משני (קרח). אולם, לרוב משתמשים במחליף חום המשמש כהפרדה בין האוגר לבין מעגל הסיחור אל העומס.

כלי קיבול ("כדורים") של קרח (Encapsulated Ice)

הטכנולוגיה מבוססת על שימוש במכלי מים שעשויים מחומרים פולימריים, מונחים בתוך האוגר, ומוקפים בנוזל קירור. במהלך מחזור הטעינה מסוחרר דרך האוגר נוזל קירור שחולף על פני המכלים, מקרר אותם, ויוצר בתוכם קרח. במחזור הפריקה מסוחרר דרך האוגר נוזל חם יותר, אשר ממיס את הקרח שבמכלים, כמתואר באיור 3ד'. הנפוצים ביותר הם מכלים כדוריים בקוטר 10 ס"מ לערך, בעלי גומות קעורות גמישות המאפשרת התפשטות של הכדור בעת השינוי במצבי הצבירה - ממים לקרח, ומעבר של הגומות למצב קמור. כמו כן, הצורה הכדורית מאפשרת מעבר חום בצורה טובה יותר לכל יחידת מים וניצול מיטבי של נפח האגירה.



Internal melt Ice-on-coil היא טכנולוגיית אגירת קרח הנפוצה ביותר במיתקנים מסחריים. הטכנולוגיות External melt Ice-on-coil ו-Harvesting נפוצות יותר במיתקנים תעשייתיים, אולם יכולות לשמש גם מיתקנים מסחריים.

במערכות עם אגירה חלקית קיימים שני משטרי עבודה:

משטר עבודה לשם שיטוח עקומת העומס (LOAD LEVELLING OPERATING MODE)

באיור 4' מוצגת עקומת העומס של מערכת עם אגירה חלקית של אנרגיה לשם שיטוח עקומת העומס (LOAD LEVELLING). יחידות הקירור מופעלות במשך כל שעות היממה: הן לאגירה בשעות השפל, והן להשלמת דרישת הקירור במיתקן בשעות הפסגה. לדוגמא, במשטר פעולה זה ניתן להסתפק ביחידות קירור בעלות הספק-מבוא של 50% מהספק המבוא הנדרש באגירה מלאה. כמו כן, ניתן להסתפק בפח אגירה קטן יותר מאשר הפעלה עם אגירה מלאה.

משטר עבודה להגבלת הביקוש (DEMAND LIMITED OPERATING MODE)

באיור 4'ד מוצגת עקומת העומס של מיתקן זהה, שבו מותקנת מערכת עם אגירה חלקית של אנרגיה, לשם הגבלת הביקוש המרבי במיתקן. במקרה זה, הביקוש המרבי נקבע על-ידי צירוף העומסים, אשר אינו כולל את יחידות הקירור.

יחידות הקירור מופעלות במשך רוב שעות היממה, ומופסקות כאשר הביקוש המרבי במיתקן מגיע לרמה המרבית המותרת. במשטר עבודה כזה, ההספק החשמלי של יחידות הקירור גדול יותר מאשר במשטר של שיטוח העומס. כך גם לגבי נפח האגירה הנדרש, משום שהמערכת צריכה לאגור אותה כמות אנרגיה בפרק זמן קצר יותר, בהשוואה למערכת לשיטוח עומס.

יישום של מערכות אגירת קור בתעשייה

מקררים תעשייתיים ותהליכי קירור בתעשייה מצריכים בדרך כלל טמפרטורות נמוכות יותר מאשר נדרש לצורכי מיזוג אוויר. יישומים כגון קירור ירקות, תהליכים שונים במחלבות, והקפאה וקירור של מזון מתאימים לשילוב עם מערכות אגירת קור. אחד היתרונות הבולטים של שימוש במערכות אגירת קור בתעשייה הוא היכולת של מערכת אגירת הקור לספק קירור בטמפרטורות יציבות, שכמעט ואינן מושפעות משינויים גדולים ומהירים בעומס (תהליכי הקירור השונים).

סיכום

למרות התועלת הברורה לצרכן מיישום אגירת קור, עדיין קיימת הסתייגות מטכנולוגיה זו, מחשש שהיא לא יושמה זמן מספיק ולא נצבר ניסיון מספיק. כמו כן קיים חשש בקרב מהנדסים עקב היעדר ניסיון מעשי שלהם בתחום זה. מכיוון שבעולם, ובמיוחד בארצות הברית, נצבר כבר ניסיון רב-שנים בתחום טכנולוגיות אגירת קור, יש לשער שחששות אלו ייעלמו במשך הזמן עם ריבוי המיתקנים לאגירת קור בארץ, וצבירת הניסיון אצל כל הגורמים המקצועיים, בדומה למה שהתרחש בעולם.

פן חשוב נוסף ביישום של מיתקני אגירת קור הוא נושא התחזוקה וההפעלה הנכונים. מתן תשומת לב מיוחדת לתחזוקה שוטפת ולהפעלה משולבת ומתוזמנת עם מערכת בקרה, יכול להבטיח הצלחה של המערכת. לקוח שמשקיע במערכת עם אגירת אנרגיה, ולמעשה כל לקוח אשר משקיע במערכת גדולה אחרת הצורכת אנרגיה, צריך להקצות משאבים נכונים להבטחת תחזוקה מקצועית של המערכת, באופן שוטף.

מערכות עם אגירה חלקית של אנרגיה

יחידות קירור במערכת עם אגירה חלקית מופעלות במשך מספר שעות גדול בהרבה מזה שבמערכת עם אגירה מלאה (שעות הפעילות הרגילות + השעות בהן מתבצעת האגירה), והירידה בביקוש המרבי היא קטנה יותר. עם זאת, מערכת עם אגירה חלקית מורכבת מיחידות קירור בהספק נמוך יותר ומנפח אגירה קטן יותר מאשר מערכת עם אגירה מלאה. עובדה זו מוזילה בצורה משמעותית את עלותה של מערכת עם אגירה חלקית.

