



Dr.-Ing. Lajos Kátai,
wissenschaftlicher Mitarbeiter
des Lehrstuhles für Kalori-
sche Maschinen an der
Technischen Universität
Budapest.



Dr.-Ing. Zoltán Jakab,
wissenschaftlicher Mitarbeiter
des Lehrstuhles für Kalori-
sche Maschinen an der
Technischen Universität
Budapest.

* Dr.-Ing. Lajos Kátai studierte an der Technischen Universität Hannover und schloß sein Studium mit der Diplomarbeit 1956 als Dipl.-Ing. auf dem Fachgebiet Maschinenbau und Energietechnik ab. Ab diesem Zeitpunkt ist Dr. Kátai zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter, später auch nach seinem Ruhestand (1990) als Dozent am Lehrstuhl für Kalorische Maschinen an der Technischen Universität in Budapest tätig. Neben der wissenschaftlichen Lehre im Bereich der Kälte- und Wärmetechnik beteiligte sich Dr. Kátai an der Entwicklung von kältetechnischen Komponenten, wie Wärmetauscher, Verdunstungskondensatoren und Kolbenverdichtern, hier-

Zyklisch arbeitende Flüssigkeitskühlanlage

Verfahren zur Verringerung des Energieverbrauchs im Kühlkreislauf

Lajos Kátai* und Zoltán Jakab**, Budapest

Mit Hilfe der nachstehend beschriebenen Anlage läßt sich ein neuartiges Kühlverfahren verwirklichen, bei dessen Anwendung die bei bestimmten Kühlverfahren verbrauchte Energiemenge wesentlich geringer sein kann, als die bei den herkömmlichen Kühlverfahren benötigte Energie.

In den üblichen Kompressions-Kälteanlagen wird die Temperatur des flüssigen Kältemittels durch Drosselung von der Verflüssigungstemperatur t auf die Verdampfungstemperatur t_0 gesenkt. Allerdings hat die Drosselung einen beträchtlichen thermodynamischen Verlust zur Folge. Das zu beschreibende, patentierte Kühlverfahren bewirkt eine beachtenswerte Verringerung des sich aus der Drosselung ergebenden Verlustes und ermöglicht des weiteren auch die Verwirklichung eines energetisch günstigeren Wärmeentzuges von veränderlicher Temperatur.

Die Senkung der Temperatur des flüssigen Kältemittels wird im herkömmlichen, einstufigen Kompressionskühlkreislauf (Abb. 1) durch das zwischen dem Flüssigkeitssammler und dem Verdampfer eingestaltete Drosselorgan in einem einzigen Schritt verwirklicht. Die Zustandsänderung, die das Kältemittel während der Drosse-

bei insbesondere im Bereich der Meßverfahren. Der Doktorgrad der technischen Wissenschaft wurde 1973 erworben.

** Dr.-Ing. Zoltán Jakab studierte ebenfalls an der Technischen Universität Budapest und erwarb 1953 sein Diplom als Maschinenbauingenieur. 1956 erwarb er den Doktorgrad der technischen Wissenschaft. Seit 1953 ist Dr. Jakab am Lehrstuhl für Kalorische Maschinen der Technischen Universität in Budapest zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter, dann als Dozent auf dem Gebiet von Lehre, Forschung und Entwicklung im Bereich der Kältetechnik tätig.

lung erfährt, wird im lg-p-h-Diagramm (unter Verwendung der im Diagramm benutzten Bezeichnungen) durch Abschnitt 3–4 dargestellt (Abb. 2). In Abb. 3 ist die prinzipielle Schaltung der der Verwirklichung des neuen Verfahrens dienenden „Flashless“ Flüssigkeitskühlleinheit zu sehen, die durch die mit gestrichelten Linien dargestellten Leitungen mit dem ursprünglichen System verbunden sind. In dieser neuen, zyklisch arbeitenden Ergänzungseinheit wird das aus dem Flüssigkeitsbehälter unter hohem Druck eintreffende (warme) im Zustand 3 befindliche flüssige Kältemittel von einem kleinen „Hilfskompressor“ dadurch stu-

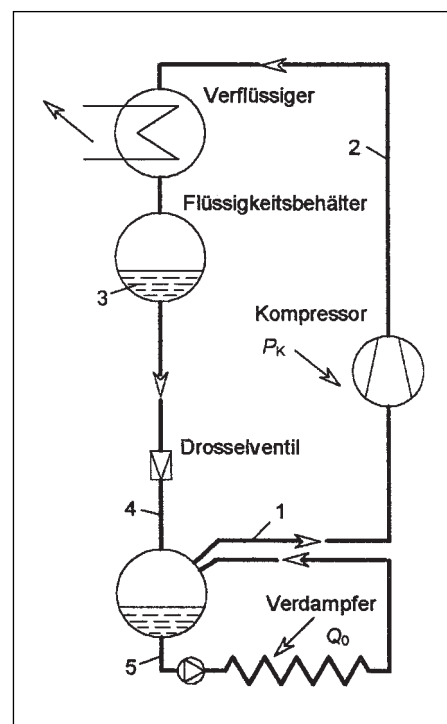


Abb 1 Schaltbild einer herkömmlichen Kälteanlage.

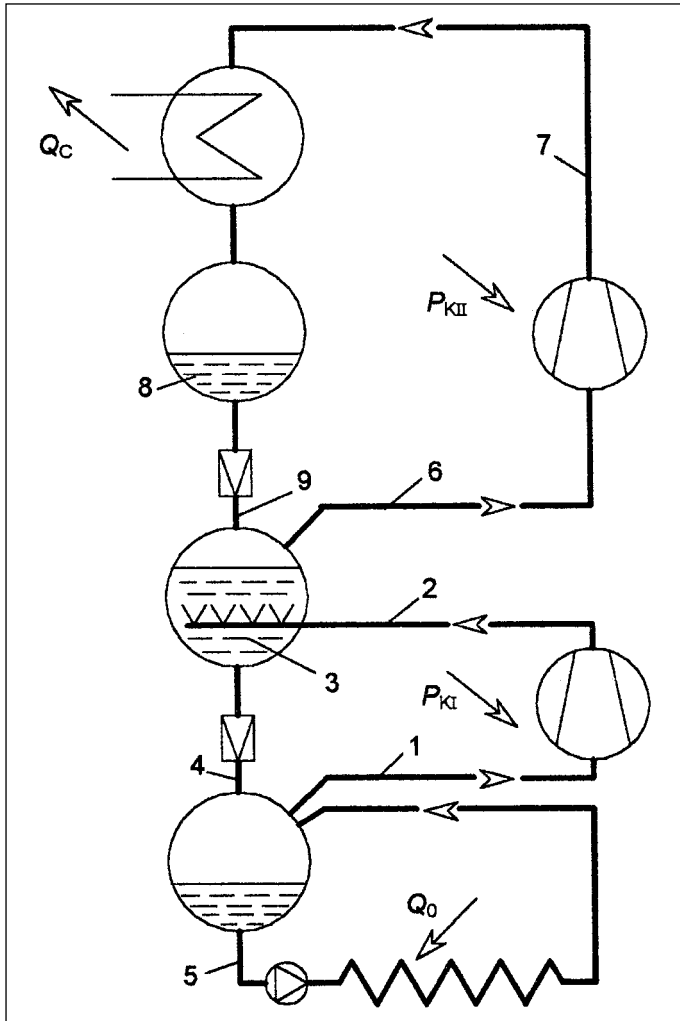


Abb. 4 Schaltbild einer herkömmlichen (Variante „A“) zweistufigen Compound-Kälteanlage.

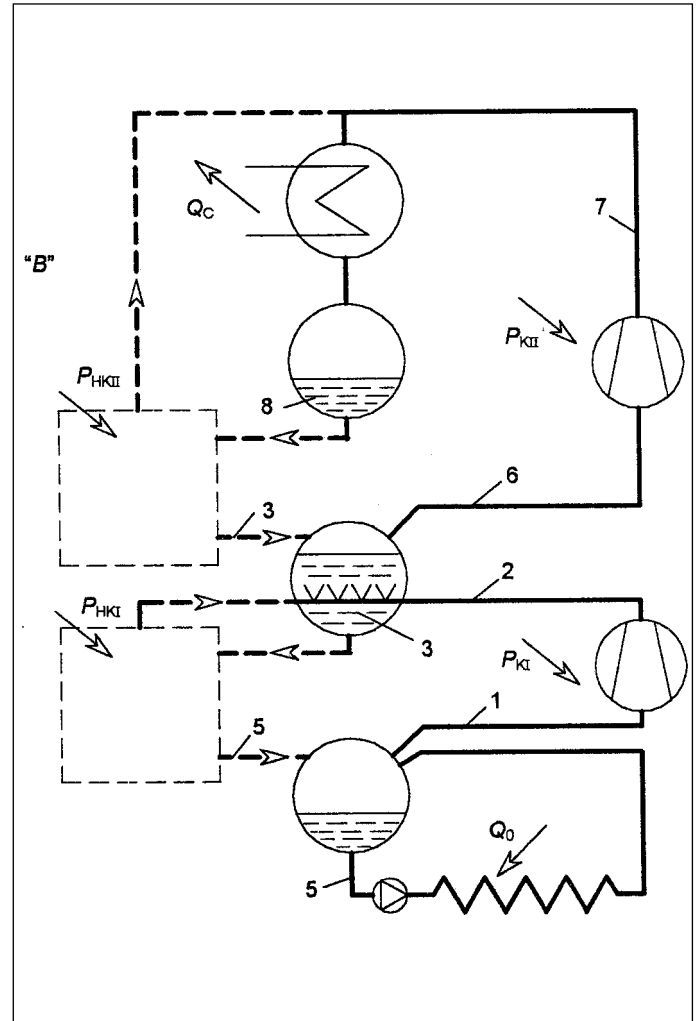


Abb. 5 Anschluß der Flüssigkeitskühlanlage (Variante „B“) zu einer herkömmlichen zweistufigen Kälteanlage.

nach der alten Methode die während der einstufigen Drosselung entstehende gesamte Dampfmenge unter Aufwendung der maximalen spezifischen Arbeit W_K in den Verflüssiger befördert werden muß, wird bei der neuen, zyklischen Abkühlung eine wesentlich geringere durchschnittliche Kompressionsarbeit (W_{HK}) benötigt. Die bei den beiden Methoden aufzuwendenden Arbeiten verhalten sich zueinander wie folgt:

$$\frac{W_{HK}}{W_K} < 0,5$$

Bei der zyklischen Methode braucht also bei der Abkühlung der Flüssigkeit weniger Dampf durch weniger spezifische Arbeit befördert zu werden, als bei der Drosselung, demzufolge läßt sich mehr als 55 % der zum Abkühlen der Flüssigkeit erforderlichen Energie ersparen.

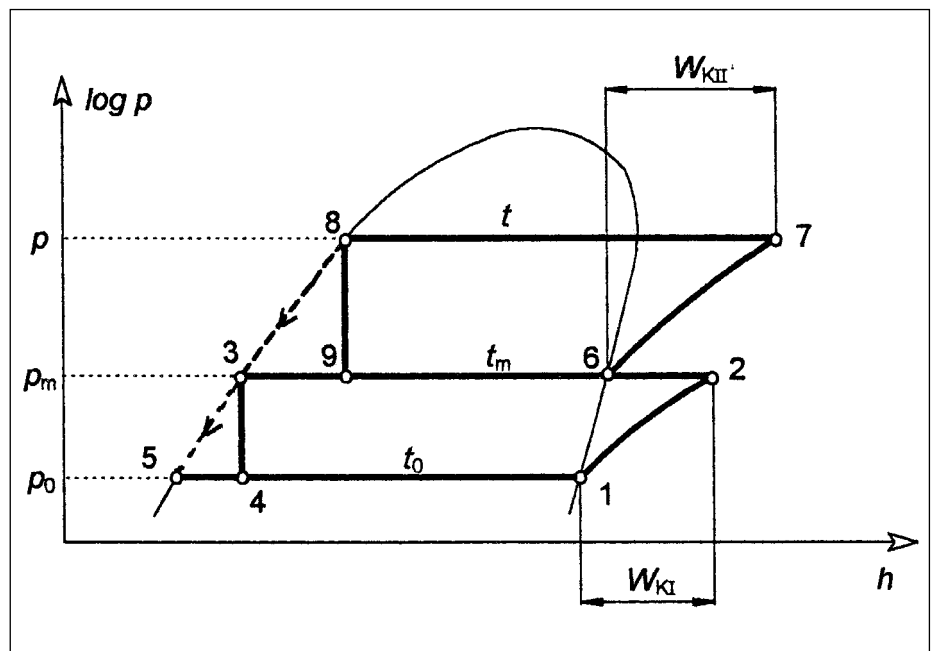


Abb. 6 lg-p-h-Diagramm einer zweistufigen Kälteanlage nach dem neuen Verfahren.

Unter Ausnutzung der äußerst guten spezifischen Kälteleistung des „flashless“ Kühlverfahrens, scheint es zweckmäßig zu sein, das auf diese Weise abgekühlte flüssige Kältemittel ohne Verdampfung, unmittelbar zum Kühlen zu verwenden. In Fällen, wo die gegebene Kühlaufgabe den Wärmeentzug von veränderlicher Temperatur möglich macht, kann man die auf die entsprechende Temperatur abgekühlte Flüssigkeit so nutzen, als wäre sie ein Kälte-träger, wie z. B. Sole, die man (mittels einer Pumpe) durch einen nach dem Gegenstromprinzip arbeitenden Wärmeaustauscher strömen läßt. Das Kältemittel verdampft im Wärmeaustauscher nicht, es bewahrt seinen unterkühlten Zustand auch während des Wärmeentzuges, wobei sich nur seine Temperatur ändert (steigt).

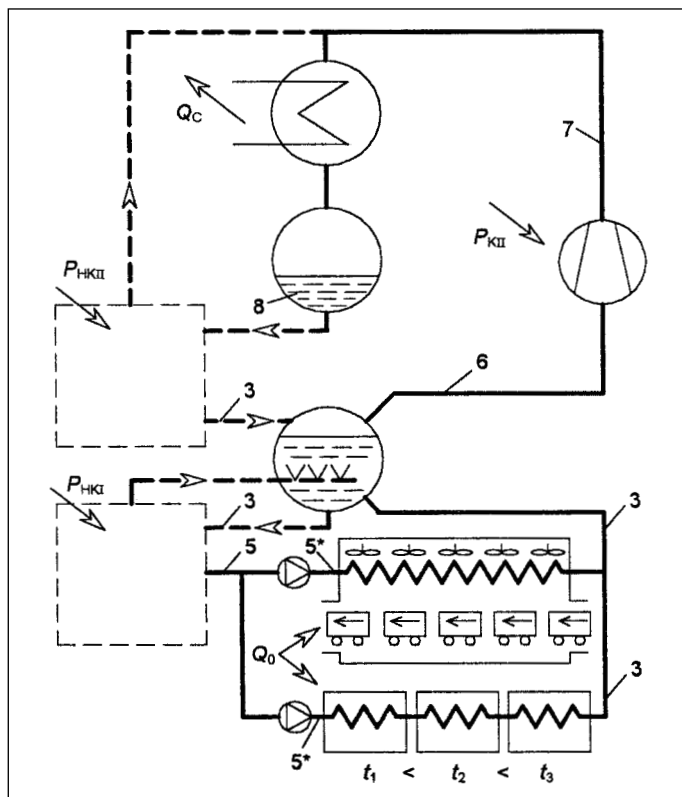
Die in Kälteanlagen, wie sie in der Industrie benutzt werden, verwendete Ammoniakflüssigkeit, ist – dank ihrer kleinen Viskosität und ihrer großen spezifischen Wärme – ein sich für solche Aufgaben äußerst gut geeigneter „Kälte-träger“.

Mit Wasser verglichen ergeben sich bei 0 °C folgende Werte:

	Wasser	Ammoniak
η (Ns/m ²)	17,90	2,40
c (kJ/kgK)	4,22	4,62

Bei der neuen zyklischen Abkühlung ist als ein weiterer Vorteil hervorzuheben, daß der Gesamthubraum der beiden Kompressoren kleiner ist, als der des beim einstufigen gedrosselten Kühlkreislauf verwendeten Kompressors. Der bei der Drosselung entstehende Dampf (Flashgas) muß nämlich durch den Kompressor der Kälteanlage weg-befördert werden, während bei der zyklischen Abkühlung der Flüssigkeit der Kompressor der Kälteanlage von dieser Aufgabe durch den Hilfskompressor befreit wird. Da aber der Hilfskompressor entsprechend dem durchschnittlich höheren Saugdruck Dampf von durchschnittlich geringerem spezifischem Volumen zu befördern hat, ist der beförderte Gesamtvolumenstrom bei der Anwendung der neuen Methode kleiner. Die zyklisch arbeitende Kühleinheit kann übrigens auch separat (d. h. von der Hauptanlage getrennt) angefertigt und auf einem Grundrahmen montiert samt sämtlichen Armaturen als eine komplette Ergänzungseinheit an die Hauptanlage angeschlossen werden.

Abb. 7 Ausnutzung der unterkühlten Flüssigkeit (Variante „C“) als wäre sie ein „sekundärer Kälte-träger“.



Es mag zwar sonderbar erscheinen, weshalb es sich lohnt, darüber ausführlicher zu sprechen, aber der Absolutwert der durch die zyklische Flüssigkeitskühlung erzielbaren Energieersparnis ist unter realen Umständen größer, als im Fall, wo man den Einsatz idealen (d. h. verlustfreien) Verdichtung voraussetzt. Die durch die Anwendung der neuen

Methode erzielbare, auf die bei der Drosselung entstehende Dampfmenge bezogene Einsparung an spezifischer Kompressionsarbeit, ist bei der Annahme einer adiabaten Verdichtung

$$(\Delta W)_{id} = W_K - W_{HK}$$

Bei Annahme einer realen Verdichtung mit Verlust und effektivem Wirkungsgrad ergibt sich folgender Wert:

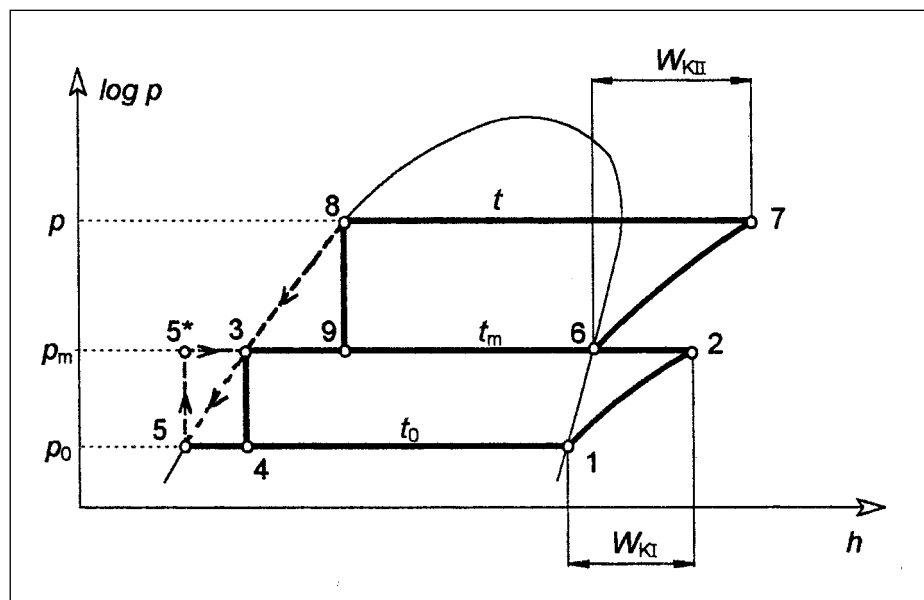


Abb. 8 lg-p-h-Diagramm einer Kälteanlage zur Ausnutzung der unterkühlten Flüssigkeit als sekundärer Kälte-träger.

$$(\Delta W)_{\text{off}} = \frac{W_K}{\eta_K} - \frac{W_{HK}}{\eta_{HK}} > (\Delta W)_{\text{id}}$$

da der Leistungsgrad $\eta_K < 1$ und $\eta_{HK} < 1$ ist.

Falls der Wirkungsgrad des Hilfskompressors besser ist als der des Kältekompressors, so ist dann die Energieeinsparung größer, als bei der Verwendung von Maschinen mit dem gleichen Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad des Hilfskompressors wird aller Wahrscheinlichkeit nach besser sein, als der des Kältekompressors, weil der Hilfskompressor mit einem durchschnittlich niedrigerem Druckverhältnis und deshalb mit einem größeren inneren Wirkungsgrad arbeitet, und weil er auch von den, mit der Regelung der Kälteleistung einhergehenden Energieverlusten, nicht belastet wird.

Das Prinzip der stufenweisen Abkühlung der Flüssigkeit läßt sich bei den mit niedriger Verdampfungstemperatur ($t_o < -25 \text{ °C}$) arbeitenden Industrie-Kälteanlagen anwenden. Diese Kälteanlagen arbeiten im allgemeinen mit einer zweistufigen Verdichtung oder – unter Verwendung von angezapften Schraubenkompressoren – mit einem s. g. Economiser, so daß die Drosselung auf diese Weise in der Regel in zwei Stufen geteilt wird. Nachstehend wird durch ein Zahlenbeispiel veranschaulicht, welche Verbesserung von der stufenweisen Abkühlung der Flüssigkeit im Vergleich zu einer „herkömmlichen“ zweistufigen Kälteanlage zu erwarten ist.

Nach dem Prinzipschaltbild einer „herkömmlichen“, zweistufigen, Kälteanlage (Variante „A“) ist hier auch die Drosselung zweistufig (Abb. 4). Die zyklische Abkühlung der Flüssigkeit läßt sich mittels der zur Umgehung der Drosselventile eingebauten, weiter oben bereits beschriebenen, „Flashless“-Einheiten verwirklichen, die an das „herkömmliche“ System problemlos angeschlossen werden können (Variante „B“). Gleichzeitig mit der Inbetriebsetzung der ergänzenden „Flashless“-Einheiten sind die vorhandenen Drosselventile selbstverständlich auszuschalten, bzw. abzusperrern (Abb. 5). Die Zustandsänderungen des Kältemittels kann man im log-p-h-Diagramm (Abb. 6) aufgrund der im Schaltbild bzw. im Diagramm einheitlich angewendeten Numerierung verfolgen.

Die thermodynamischen Vorteile der stufenweisen Abkühlung der Flüssigkeit können jedoch – wie bereits er-

		$t = 35 \text{ °C}$	A	B	C
Verflüssigungstemperatur					
Zwischentemperatur		$t_m = -10 \text{ °C}$	Herkömmliche Schaltung	stufenweise Flüssigkeitskühlung	Kühlung von veränderlicher Temperatur
Verdampfungstemperatur*		$t_o = -45 \text{ °C}$			
Nutzkühlleistung Innerer Wirkungsgrad		$Q_o = 2.000 \text{ kW}$ $\eta_o = 0,85$			
I. Untere Stufe	Kältekompressor	$P_{KI} \text{ (kW)}$ $V_{KI} \text{ (m}^3\text{/h)}$	424,1 11592	376,1 10299,6	- -
	Hilfskompressor	$P_{HKI} \text{ (kW)}$ $V_{SKI} \text{ (m}^3\text{/h)}$	- -	20,5 601,2	184,06 5385,6
	$\Sigma P_I = P_{KI} + P_{HKI}$	(kW)	424,1	397,2	184,06
	$\Sigma V_I = V_{KI} + V_{HKI}$	(m ³ /h)	11592	10900,8	5385,6
	$\epsilon_{II} = \frac{Q_o}{\Sigma P_{II}}$	(kW/kW)	4,716	5,035	10,86
II. obere Stufe	Kältekompressor	$P_{KII} \text{ (kW)}$ $V_{KII} \text{ (m}^3\text{/h)}$	585,15 3351,6	489,03 2783,52	442,67 2536,56
	Hilfskompressor	$P_{HKII} \text{ (kW)}$ $V_{SKII} \text{ (m}^3\text{/h)}$	- -	40,02 257,4	36,46 234
	$\Sigma P_{II} = P_{KII} + P_{HKII}$	(kW)	585,15	529,05	479,12
	$\Sigma V_{II} = V_{KII} + V_{HKII}$	(m ³ /h)	3351,6	3040,92	2770,56
	$\epsilon_{II} = \frac{Q_o}{\Sigma P_{II}}$	(kW/kW)	4,143	4,56	4,56
Gesamte Kälteanlage	Leistungsbedarf zu befördernder Volumenstrom	$\Sigma P \text{ (kW)}$ $V \text{ (m}^3\text{/h)}$	1009,25 14943,6	922,95 13941,72	663,19 8157,6
	$\epsilon = \frac{Q_o}{\Sigma P}$	(kW/kW)	1,981	2,167	3,016
Kühlanlage	Leistungsbedarf	%	100	91,7	65,7
	Volumenströme	%	100	93,3	54,6
	Besserung der spezifischen Kälteleistung	%	-	9,4	52,2

Tab. 1 Vergleichende Bewertung der Kälteleistungen einer herkömmlichen Kälteanlage mit zyklisch arbeitenden Flüssigkeitskühlanlagen nach den Ausführungs-Varianten A und B.

* oder die niedrigste Kältemitteltemperatur.

wähnt – dann am besten zur Geltung kommen, wenn die zu lösende technologische Aufgabe einen Wärmeentzug von veränderlicher Temperatur ermöglicht. Solche Aufgaben sind z. B. das Abkühlen und Einfrieren von Waren, die gleichzeitige Kühlung von Lagerräumen mit unterschiedlicher Temperatur, die Durchführung einzelner Arbeitsgänge in der chemischen Industrie usw. Der Wärmeentzug von unterschiedlicher Temperatur läßt sich nach den „herkömmlichen“ Kühlmethoden deshalb nicht verwirklichen, weil das Kältemittel mit konstanter Temperatur verdampft. Dagegen eignet sich die erfindungsgemäße, neue Kühlmethode (Variante „C“) zur Lösung einer solchen Aufgabe besonders gut (Abb. 7). Die Zustandsänderungen des Kältemittels können in Abb. 8 verfolgt werden. Die Flüssigkeitskühlleistung der unteren Stufe liefert durch die stufenweise Abkühlung ein flüssiges Kältemittel mit dem Druck p_m und der Temperatur t_o (und dem Zustand 5_x) auf die bereits geschilderte Weise und mit sehr gutem Wirkungsgrad. Dieses

unterkühlte flüssige Kältemittel wird mittels einer Kältemittelpumpe durch einen nach dem, oder annähernd nach dem Gegenstromprinzip arbeitenden Kühler-Wärmeaustauscher umgewälzt. In diesem Wärmeaustauscher verdampft das Kältemittel – wie bereits erwähnt – während der Abkühlung der Ware oder der Lagerräume nicht, sondern verhält sich wie ein Kälteträger, wie z. B. die Sole, indem sich seine Temperatur ändert, erhöht, wobei das Pumpen nur zur Überwindung der Strömungswiderstände erforderlich ist. Der sich im Kühler-Wärmeaustauscher abspielende Vorgang wird im log-p-h-Diagramm durch Abschnitt 5x-3 dargestellt. Der nützliche Kühlvorgang spielt sich also im unterkühlten Flüssigkeitsfeld ohne Dampfbildung ab. Die Schaltung der oberen Stufe stimmt auch bei der Variante „C“ mit jener der Variante „B“ (Abb. 5) überein. Es ist allerdings zu bemerken, daß das Prinzip der Kühlung von veränderlicher Temperatur nicht nur in der unteren Stufe, sondern gleichzeitig auch in der oberen Stufe und – wenn dies

durch die gegebene Abkühlaufgabe ermöglicht wird – auch in einstufigen Kälteanlagen angewendet werden kann.

Das nachstehende vergleichende Zahlenbeispiel wurde vorerst nur für das in den Großanlagen der Industrie allgemein verwendete Kältemittel Ammoniak ausgearbeitet.

Kennwerte des angenommenen Betriebszustandes:

- Verflüssigungstemperatur $t = 35\text{ °C}$
- „Zwischentemperatur“ $t_m = -10\text{ °C}$
- niedrigste Temperatur bzw. Verdampfungstemperatur des Kältemittels $t_o = -45\text{ °C}$

Bei den Berechnungen wurden neben den infolge der Drosselung eintretenden Verlusten nur die inneren Verluste der Kompressoren berücksichtigt, und zwar mit einem einheitlichen inneren Wirkungsgrad von $\eta_i = 0,85$. Der Prozeß der stufenweisen Abkühlung der Flüssigkeit wurde mit Hilfe eines Computers simuliert. Gemäß den Berechnungen ist die zur stufenweisen Abkühlung der Flüssigkeit erforderliche durchschnittliche spezifische Kompressionsarbeit (W_{HK}) in der unteren Stufe um 55,7 % und in der oberen Stufe um 56,2 % geringer als die zur Beförderung des bei der einstufigen Drosselung entstehenden Dampfes erforderliche spezifische Arbeit (W_K), und das spezifische Volumen des von den Hilfskompressoren beförderten Dampfes beträgt 49,2 bzw. 47,2 % jenes des bei der Drosselung entstehenden Dampfes.

Die Berechnungen wurden für alle drei Schaltungsvarianten („A“, „B“ und „C“) durchgeführt. Die Nutzwärmeleistung ist einheitlich $Q_o = 2000\text{ kW}$. Die Ergebnisse wurden in der Tabelle Nr. 1 zusammengefaßt.

Im Vergleich zu der als Vergleichsgrundlage betrachteten „herkömmlichen“, zweistufigen Schaltung, d. h. zur Variante „A“, ergibt – bei Anwendung der Methode der zyklischen Flüssigkeitskühlung allein – auch schon bei der Variante „B“ eine bedeutende, beinahe 10 %ige Verbesserung der spezifischen Kälteleistung. Dabei ist das Maß der Verbesserung in der oberen Stufe größer und in der unteren Stufe kleiner. Deshalb kann auch schon von Nutzen sein, wenn die „Flashless“-Methode nur in der oberen Stufe ausgebaut wird. Die

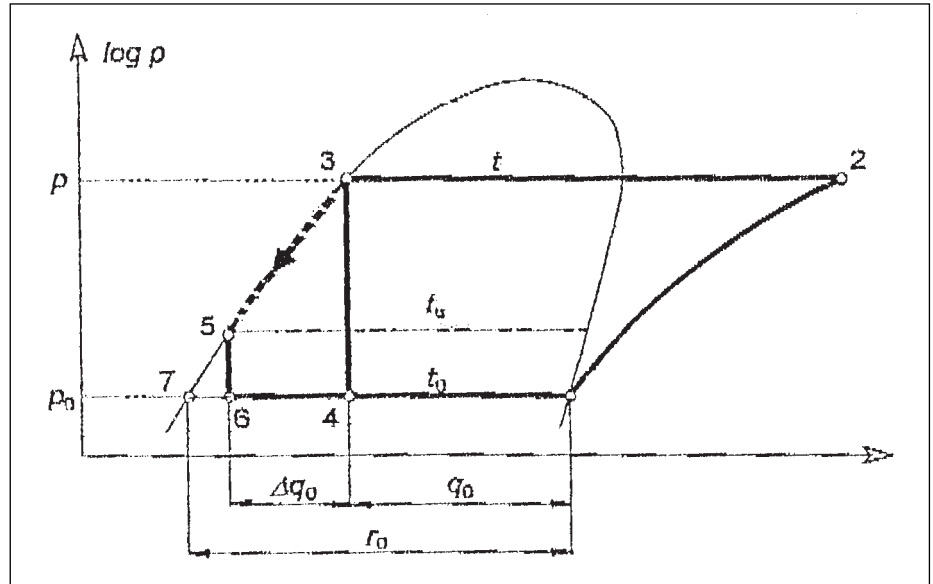


Abb. 9 lg-p-h-Diagramm zur Darstellung des Prozesses mit begrenzter Unterkühlung.

Verringerung der beförderten Volumenströme und somit auch die Änderung des Gesamthubraumes der benötigten Maschinen sind der Änderung des Energieverbrauches ähnlich.

Die Methode der stufenweisen Abkühlung der Flüssigkeit wurde als eine der Variante „B“ ähnliche Ergänzung 1986 in einem Kühlturm in Baja/Ungarn auch in der Praxis erprobt. Dort wurde die ergänzende „Flashless“-Einheit an ein mit einem durch einen Economiser ergänztes, einstufiges System angeschlossen, das mit einem Schraubekompressor bestückt war und der Kühlung von Schnellgefrieranlagen und tiefgekühlten Lagerräumen diente. Als Hilfskompressor diente ein Kolbenkompressor. Die Kontrollmessungen haben die Ergebnisse der sich auf die Energieersparnis beziehenden Berechnungen in vollem Maße bestätigt. Durch den Umbau ergab sich neben einer wesentlichen Verbesserung der spezifischen Kälteleistung – infolge des Einsatzes des Kolbenkompressors – ein merklicher Anstieg der Kälteleistung der vorhandenen Schraubekompressoren. Nach dem Umbau wurden nämlich die Schraubekompressoren von der früher bei der Drosselung entstehenden Dampfmenge befreit, so daß sie von dem bei der nützlichen Verdampfung entstehenden Dampf mehr befördern konnten.

Bei der Variante „B“ (Abb. 5) wird die Leistungsverbesserung nur durch die Verringerung der infolge der Drosselung entstehenden Verluste und durch die Abkühlung des umgewälzten Flüssigkeitsstromes mit besserem Wirkungsgrad erreicht. Eine wirklich bedeutende Verbesserung verspricht die Variante „C“ (Abb. 7) dadurch, daß – wenn dazu auch die Technologie eine Möglichkeit bietet – das Prinzip der Abkühlung von veränderlicher Temperatur auch in der Praxis verwirklicht werden kann. Aufgrund der vergleichenden Berechnungen ist in dem Beispiel beschriebenen Fall eine 52,2 %ige Besserung der spezifischen Kälteleistung und gleichzeitig auch eine bedeutende Verringerung der erforderlichen Förderleistung (Maschinenmaße) zu erwarten. Die spezifische Kälteleistung des neuen Kreislaufes ist im vorliegenden Fall besser als die spezifische Kälteleistung des die gegebenen äußeren Temperaturgrenzen verwirklichenden Carnotschen Kreislaufes, die hier ($\epsilon_c = 2,85\text{ kW/kW}$) wäre. Aufgrund unserer Berechnungen ist infolge der wegfallenden Investitionskosten des durch die Anwendung der erfindungsgemäßen Anlage zu ersparenden Kolben- oder Schraubekompressors auch dann eine sehr kurze Umschlagzeit zu erwarten, wenn auch die – von den gegebenen konkreten Einsatzbedingungen abhängigen – Mehrkosten der dazu erforderlichen Pumpe und der Gegenstrom-Wärmeaustauscher berücksichtigt werden.

Vergleichende Bewertung
 Durch den Einbau der zyklisch arbeitenden Flüssigkeitskühleinheit wird die Kälteleistung der vorhandenen Anlage erhöht. Der Anstieg, d. h. die „gleich-

wertige“ Kälteleistung ΔQ_o der Ergänzungseinheit ist vom Maß der Unterkühlung der Flüssigkeit (t_u) und auch von der Qualität des Kältemittels abhängig. Aufgrund des Bildes 9 wurde zur Berechnung der „gleichwertigen“ Kälteleistung nach der Formel

$$\Delta Q_o = \frac{\Delta q_o - Q_o}{p_o} \quad (\text{kW})$$

der prozentuelle Anstieg der Kälteleistung der Hauptanlage in Abhängigkeit von der Unterkühlungstemperatur und der Verflüssigungstemperatur für die Kältemittel R 717, R 22 und R 134/a im Fall einer einstufigen Kälteanlage (oder der oberen Stufe) bestimmt und jeweils in einer Tabelle zusammengefaßt.

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, bildet die „gleichwertige“ Kälteleistung des zyklisch arbeitenden Flüssigkeitskühlers einen bedeutenden Teil der Kälteleistung der Hauptanlage, und zwar besonders infolge der bei den in Klimaanlage häufig verwendeten Kältemitteln R 22 und R 134/a, infolge der höheren Verflüssigungstemperaturen auftretenden größeren Drosselungsverluste. Bei dem Kältemittel R 717 ist der Anstieg deshalb bedeutend, weil es sich bei diesen in der Regel um Einheiten höherer Leistung handelt.

Bei der Berechnung der Umschlagzeit der Investitionskosten des zyklisch arbeitenden Flüssigkeitskühlers ist neben der Energieersparnis auch der Preis des auf herkömmliche Weise arbeitenden Kältekompressors in Betracht zu ziehen, der infolge der „gleichwertigen“ Kälteleistung der Hilfsanlage überflüssig wird.

In diesem Artikel konnten wir nicht auf sämtliche Anwendungsmöglichkeiten

Kältemittel R 717 (NH₃) t_o = -10 °C

Tab. 2 Prozentualer Anstieg der Kälteleistung der Hauptanlage im Fall einer einstufigen Kälteanlage für das Kältemittel R 717 (NH₃); t_o = -10 °C.

Verflüssigungstemperatur t °C	25	25	35	35	45	45
Gleichwertige Kälteleistung t _u °C	0	-10	0	-10	0	-10
in % der Kälteleistung der Hauptanlage	10,1	14,1	14,9	19,1	20,3	24,6
Energieersparnis %	6,4	7	8,8	9,3	11,3	11,6

Kältemittel R 22 t_o = -10 °C

Tab. 3 Prozentualer Anstieg der Kälteleistung der Hauptanlage im Fall einer einstufigen Kälteanlage für das Kältemittel R 22; t_o = -10 °C.

Verflüssigungstemperatur t °C	30	30	40	40	50	50
Gleichwertige Kälteleistung t _u °C	0	-10	0	-10	0	-10
in % der Kälteleistung der Hauptanlage	24,2	31,2	35,8	43,5	50,6	59,1
Energieersparnis %	11,2	11,9	15,2	15,7	19	19,5

Kältemittel R 134/a t_o = 0 °C

Tab. 4 Prozentualer Anstieg der Kälteleistung der Hauptanlage im Fall einer einstufigen Kälteanlage für das Kältemittel R 134a; t_o = 0 °C.

Verflüssigungstemperatur t °C	30	30	40	40	50	50
Gleichwertige Kälteleistung t _u °C	5	0	5	0	5	0
in % der Kälteleistung der Hauptanlage	22,4	26,7	34,9	39,7	50,8	56,1
Energieersparnis %	10,5	10,7	14,7	14,8	19,4	19,5

des neuartigen Kühlverfahrens eingehen. Wir hoffen, daß der Fachmann in seinem Arbeitsbereich weitere Einsatzmöglichkeiten finden wird. Die Firma QPLAN Kühltechnik-Planung und Dienstleistungen GmbH, (H-1037 Bécsi u. 240 Budapest, Ungarn T/F: +/361/-168-9562) hat für das von uns entwickelte Kühlverfahren im Jahre 1996 die Lizenzrechte erworben. Die „zyklisch arbeitende

Flüssigkeitskühlanlage“ kann als eine kompakte Einheit hergestellt und angeschlossen werden. Die Firma QPLAN hat die Planungsunterlagen und Kalkulationsunterlagen für gängige Größen der industriellen Anwendung ausgearbeitet. Zur Berechnung der anlagenspezifischen Energieersparnis und Kapazitätserweiterung verfügt QPLAN über das notwendige Berechnungsverfahren.

Wasser als Kältemittel – die ökologische Alternative

Das Verbot des Umweltkillers FCKW brachte die Notwendigkeit der Entwicklung neuer Kältetechnologien auf die Tagesordnung.

Das gegenwärtige Szenario in der Klima- und Kältebranche ist von einer Vielzahl von Aktivitäten zum Einsatz neuer Kältemittel gekennzeichnet. Dabei spielen Luft, Wasser, Ammoniak und Kohlendioxid eine wichtige Rolle. Notwendig sind auf diesem Gebiet Lösungen für die Zukunft. Das erfordert auch völlig neue Kältesysteme, die es weltweit noch nicht gibt. Das ILK Dresden hat sich frühzeitig

dieser Aufgabe gestellt und erfolgreich ein Verfahren mit Wasser als Kältemittel entwickelt, das viele Anwendungen in der Klima- und Kältetechnik finden wird. Um die breite Öffentlichkeit mit dieser Thematik näher bekannt zu machen, wird am 23. 10. 97 ein Dresdner Kolloquium im ILK dazu durchgeführt. International anerkannte Fachleute stellen Ihre Forschungsergebnisse und Erfahrungen mit Wasser als Kältemittel vor und diskutieren mit Planern, Anlagenbauern und Wissenschaftlern. Breiter Raum wird den Anwendungen dieser modernen und umweltfreund-

lichen Technik gegeben, z. B. als Großwärmepumpen, Anlagen zur Prozesskühlung, Klimaanlage mit sorptiver Entfeuchtung. Prof. Steimle von der Universität Essen wird dieses Kolloquium moderieren.

Die Tagungsteilnehmer können die Großversuchsanlage und die Dauer-versuchsanlage mit Wasser als Kältemittel im ILK besichtigen.

Kontaktadresse: *Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige Gesellschaft mbH, Bertolt-Brecht-Allee 20, 01309 Dresden, Telefon/Fax (03 51) 4 08 18 50/8 55.*