

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ В НИЖНЕМ КАСКАДЕ КАСКАДНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН**

**Зубрицкий М.Ю., Николаеня Д.А.**

**Научный руководитель – Кольпето Ю.А., ст. преподаватель  
Могилевский государственный университет  
продовольствия  
г. Могилев, Республика Беларусь**

В настоящее время в системах охлаждения наряду с аммиаком всё большее применение находят другие природные хладагенты: пропан R290, углекислота R744 (диоксид углерода, химическая формула  $\text{CO}_2$ , ) и т.п.

Благодаря благоприятным для окружающей среды характеристикам, дешевизне, безопасности и низкой токсичности, доступности и привлекательным физико-химическим свойствам диоксид углерода всё более интересуют разработчиков как предпочтительный хладоноситель для вторичного контура, а также как хладагент для низкотемпературных каскадных систем.

Циклы холодильных машин, работающих на  $\text{CO}_2$ , могут осуществляться как в надкритических, так и в докритических областях. В промышленных каскадных холодильных машинах в нижней ветви используют чаще всего докритический цикл.

Были проведены исследования в области каскадных холодильных машин с применением  $\text{CO}_2$  в нижнем каскаде, а в верхнем каскаде других хладагентов – R717, R410A, R407C, R507, R404a и др.

Для проведения исследований был принят режим работы каскадной холодильной машины: для нижнего каскада – температуры кипения  $t_o^{H1} = -50\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_o^{H2} = -45\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_o^{H3} = -40\text{ }^\circ\text{C}$ ; температуры конденсации  $t_k^H = -15\text{ }^\circ\text{C}$ ; для верхнего каскада – температура кипения  $t_o^B = -25\text{ }^\circ\text{C}$ , температуры конденсации  $t_k^{B1} = 30\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_k^{B2} = 35\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_k^{B3} = 40\text{ }^\circ\text{C}$ . Разность температур между ветвями каскадов была принята  $t_o^B - t_k^H = 10\text{ }^\circ\text{C}$ . Были построены циклы при заданных условиях и проведены расчеты основных параметров циклов.

Наибольший эффект показало применение углекислоты с аммиаком. При этом достигается не только повышение промышленной безопасности, за счет снижения количества аммиака (так как аммиак не подается к технологическим аппаратам, а находится только в верхней ветви каскада), но и снижение энергопотребления на 10÷15% по сравнению с традиционными двухступенчатыми схемами.