

Усъвършенствана методика за изчисляване и избор на хладилна инсталация обслужваща отделение за първично винопроизводство

Панко Митев

Abstract: A method for calculation and choice of cooling system for winemaking was developed. The method can be used in the design of new or reconstruction of existing wineries..

Key words: method for calculation and choice, cooling system, winemaking

ВЪВЕДЕНИЕ

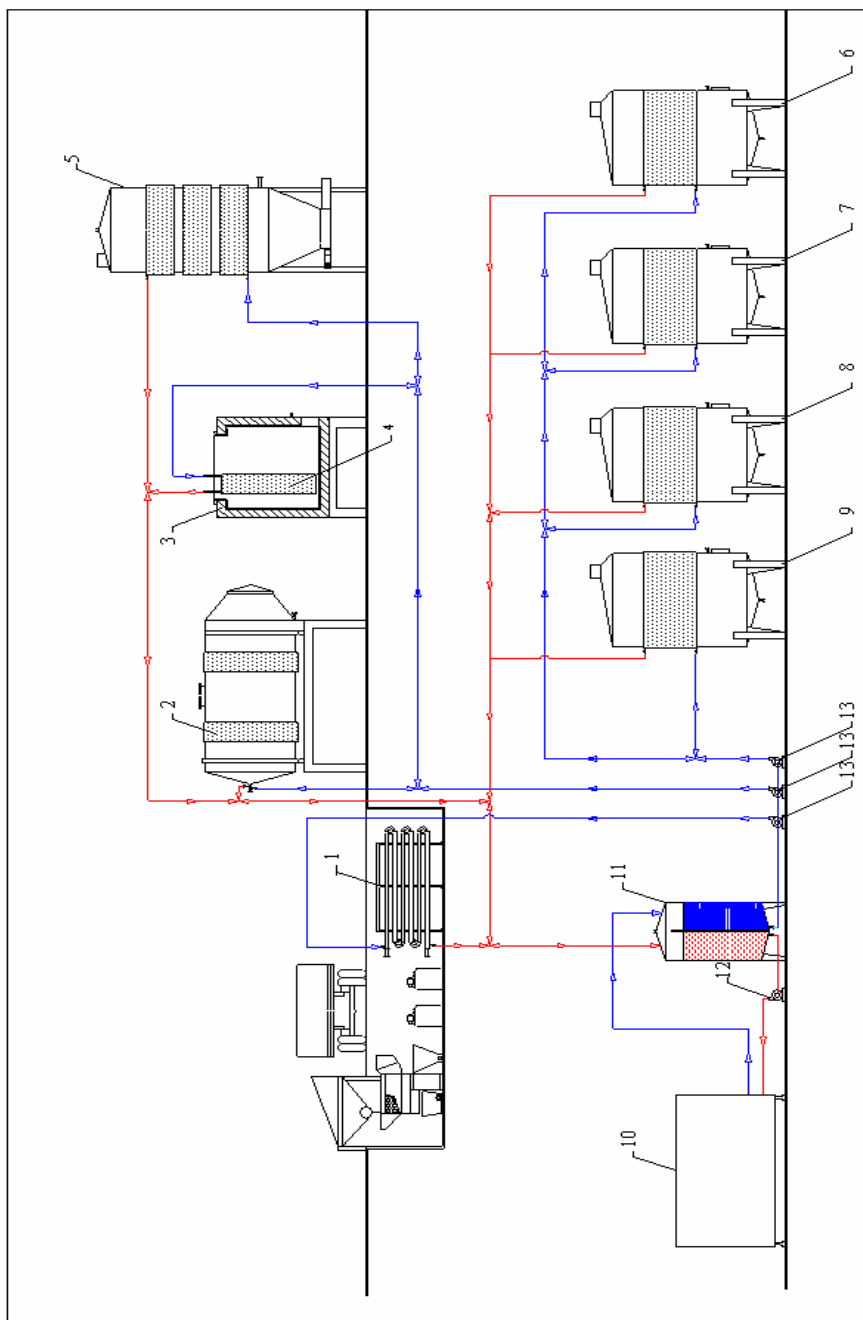
Поддържането на подходяща температура на ферментация е едно от най-важните технологични условия за този процес. Тъй като ферментацията е екзотермичен процес, за да се осигури подходящата температура се налага охлаждане на ферментиращия материал. При различните видове апарати за ферментация това може да се осъществи по няколко начина. Най-често апаратите за ферментация са снабдени с охлаждащи ризи, в които тече студоносител. Другите две възможности са: във ферментиращия материал да е потопен топлообменник /панелен тип/, в който да тече студоносител или да се използва изнесен топлообменник /най-често тип „тръба в тръба“/, в който да се охлажда само течната фаза на ферментиращия материал, чрез рециркулация. Освен по време ферментация, охлаждане често се прилага и за постъпващата гроздова каша, като целта е да се предпази от започване на спонтанна ферментация.

В специализираната литература методиките за оразмеряване на винарски предприятия са недостатъчно подробно разгледани [1];[2];[3],[4], което наложи разработването на тази методика.

ИЗЛОЖЕНИЕ

На фиг.1 е показана хладилна инсталация, обслужваща технологична линия за първично винопроизводство на червени вина. Хладилната машина (поз.10) осигурява охлаждането на отработения (загрял) студоносител (най-често етиленгликол или водно-алкохолна смес) в т.нар. първичен кръг. В него чрез центробежната помпа (поз.12) от едната камера (за отработен студоносител) на буферния резервоар (поз.11) се засмуква студоносителят, който минава през хладилната машина, охлажда се и се връща обратно в камерата за „свеж“ студоносител, на същия резервоар (поз.11). Във вторичните кръгове „свежият“ студоносител от резервоара (поз.11) се засмуква от центробежните помпи (поз.13) и се изпраща до топлообменника/ците (поз.1), охлаждащите ризи на ферментационните апарати (поз.2) и (поз.5), както и до охлаждащите панели (поз.4) на стоманобетонните резервоари за ферментация (поз.3). Студоносителят захранва и ризите на апаратите за тиха ферментация (поз.6,7,8,9).

При хладилните инсталации с автоматично поддържане на избраните температури, управлението се извършва от процесор, който получава информация за температурата във ферментиращите апарати от съответните термодатчици и на база зададените параметри за температурата управлява отварянето или затварянето на вентилите за „свеж“ студоносител на входа на всеки топлообменник (ризи, панели и т.н.)



Фиг.1 Хладилна инсталация за първично винопроизводство

Методика за изчисление

Студовата мощност на хладилната инсталация, която обслужва предприятие за първично производство от този тип (фиг.1) се изчислява по следната зависимост.

$$Q_{\text{хлад. инсталация}} = (n \cdot Q_{\text{та}} + n_1 \cdot Q_1 + n_2 \cdot Q_2 + n_3 \cdot Q_3) \cdot k_1 \cdot k_2, W \quad (1)$$

където:

$Q_{\text{хл.инсталация}}$ – студова мощност на хладилната инсталация, W;

n – брой на технологичните линии;

$Q_{\text{та}}$ – студова мощност на топлообменен апарат (поз.1), W;

n_1 – брой на ротовиниматиците;

Q_1 – студова мощност необходима за един ротовиниматик (поз.2), W;

n_2 – брой на стоманобетонните ферментатори;

Q_2 – студова мощност необходима за панелите (поз.4) на един стоманобетонен ферментатор (поз.3), W;

n_3 – брой на вертикалните винификатори;

Q_3 – студова мощност необходима за един вертикален винификатор (поз.5), W;

k_1 – коефициент на едновременна работа, $k_1 = 0,7 \div 0,8$;

k_2 – коефициент на загубите на студова мощност при пренасяне, $k_2 = 1,1$

1. Определяне студовата мощност на топлообменния апарат за охлаждане на гроздовата каша:

$$Q_{\text{та}} = M_0 \cdot c \cdot (t_n - t_k), W; \quad (2)$$

където: M_0 – производителност на технологичната линия, в която се извършва охлаждането, kg/s;

c – специфичен топлинен капацитет; $c=3\ 350\ \text{J/kgK}$ – за гроздова каша;

t_n – начална температура на гроздовата каша /преди топлообменника, °C (поз.1);

t_k – крайна температура на гроздовата каша /след топлообменника, °C (поз.1).

2. Определяне студовата мощност на първия винификатор (ротовиниматик) Q_1 за охлаждане на ферментиращата в него каша:

$$Q_1 = Q_{\text{Ф1}} - \Sigma Q_{\text{заг.1}} \quad (3)$$

където: $Q_{\text{Ф1}}$ – количество топлинна мощност отделяна при ферментацията в ротовиниматика (поз.2), W;

$\Sigma Q_{\text{заг.1}}$ – сума на загубите на топлинна мощност за ротовиниматика в атмосферата, W.

$$\Sigma Q_{\text{заг.1}} = Q_{\text{f.1}} + Q_{\text{вд.1}} + Q_{\text{вап.1}} \quad (4)$$

където: $Q_{\text{f.1}}$ – загуби на топлинна мощност през стените на ротовиниматика, W;

$Q_{\text{вд.1}}$ – загуби на топлинна мощност чрез отделяния по време на ферментация въглероден диоксид (CO_2) от ротовиниматика, W;

$Q_{\text{вап.1}}$ – загуби на топлинна мощност чрез отделяните по време на ферментация водно-алкохолни пари от ротовиниматика, W.

Количество топлина отделяна при ферментация на захарите се определя по формулата:

$$Q_{\text{Ф1}} = \frac{V_1 \cdot \rho \cdot q \cdot x \cdot \alpha}{100 \cdot 100}, W \quad (5)$$

където: V – обем на гроздовата каша във ферментационния апарат, m^3 ;

ρ – плътност на гроздовата каша, kg/m^3 ;

q – количество топлина отделяне при ферментацията на 1 kg захари ($q=586 \cdot 10^3\ \text{J/kg}$);

x – количество на ферментиращата захар в тегловни %;

α – количество на ферментиращата захар за 1 s спрямо общото количество в кашата (мъстта) в %.

$$\alpha = \frac{1}{\tau} \cdot 100 \quad (6)$$

където: τ – време на ферментация в s.

Загуби на топлина през стените на апарата:

$$Q_{f1} = k \cdot F_1 \cdot (t_1 - t_2), W \quad (7)$$

където: F_1 – топлообменна повърхност на апарата, m^2 ;

t_1 – температура на ферментиращия материал, $^{\circ}C$;

t_2 – температура на околната среда, $^{\circ}C$;

k – коефициент на топлопреминаване, W/m^2K

за метални резервоари се изменя в границите – $k = 5,8-17,5 W/m^2$

топлообменната повърхност на ротовиниматика с известно приближение може да се изчисли по следната зависимост:

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot 2 + \pi DL$$

(8)

където: D – диаметър на апарата, m;

L – дължина на цилиндричната част на апарата, m.

Загуби на топлина при отделянето на CO_2 :

$$Q_{вдл} = \frac{V_1 \cdot \rho \cdot x \cdot \alpha \cdot 0,48 \cdot t \cdot c}{100 \cdot 100}, W \quad (9)$$

където: t – температура на изпарение на ферментиращата мъст, $^{\circ}C$;

c – специфичен топлинен капацитет на CO_2 ($c=880 J/kg.K$).

При ферментация на 1 kg захари се отделят 0,48 kg CO_2 и 0,49 kg етанол;

Топлината, отнесена от водо-алкохолните пари, се определя по алкохолното съдържание на ферментиращата мъст:

$$Q_{ВАП} = Q_{СП} + Q_{В1} \quad (10)$$

$$Q_{СП} = \frac{G_1 \cdot b \cdot r_{СП}}{100}, W \quad (11)$$

$$Q_{В1} = G_1 \cdot \left(\frac{100 - b}{100} \right) \cdot r_в, W \quad (12)$$

където: $Q_{СП}$ – топлина отнесена със спиртните пари, W;

$Q_{в}$ – топлина отнесена с водните пари, W;

G_1 – количество на отделените водо-алкохолните пари за единица време. kg/s;

b – количество на алкохолните пари, масови % - приема се $b=4,8-6,4$, масови %;

$r_{СП}$ – топлина на изпарение на спирта – 854 148 J/kg;

$r_в$ – топлина на изпарение на водата – 2 256 793 J/kg.

$$G_1 = \frac{V_1 \cdot \rho \cdot p}{100 \cdot \tau}, kg / s \quad (13)$$

където: $p=2,5$ % - ферментационни загуби;

3. Определяне студовата мощност на панелите в стоманобетонен резервоар Q_2 за охлаждане на ферментиращата в него каша:

Използва се същата методика за изчисление, както при ротовиниматиците (по-горе изложена в точка 2)

Когато се изчисляват загубите на топлина през стените на стоманобетонния резервоар във формулата:

$$Q_{f2} = k_2 \cdot F_2 \cdot (t_1 - t_2), W \quad (14)$$

коефициентът на топло-преминаване K_2 (W/m^2K), в зависимост от дебелината на стената, приема следните стойности:

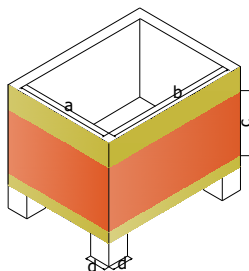
Дебелина на стената, cm	15	20	30
$k_2, W/m^2K$	3	2,7	2,3

топлообменната повърхност на апарата F_2 (m^2) /в случая площта на стоманобетонния резервоар/ с приближение може да се определи като:

$$F_2 = 2.b.c + a.b - 0,5^2.4, m^2 \quad (14)$$

приема се вариант на междинно разположение на резервоара, при което няма топлообмен между съседните резервоари.

Размерите на стоманобетонния резервоар са показани на схемата:



4. Определяне студовата мощност на ризите на вертикален винификатор Q_3 за охлаждане на ферментиращата в него каша.

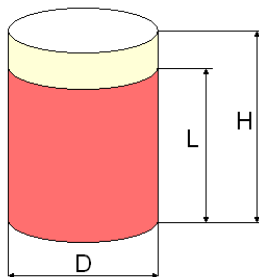
Използва се същата методика за изчисление, както при ротовиниматиците (по горе изложена в точка 2)

Когато се изчисляват загубите на топлина през стените на вертикалния винификатор във формулата:

$$Q_{f3} = k_3.F_3.(t_1 - t_2), \quad (15)$$

коэффициентът на топло-преминаване K_3 , за метални резервоари се изменя в границите – $K_3 = 5,8-17,5$ (W/m^2K), а топлообменната повърхност на апарата $F_3(m^2)$, с приближение може да се определи като:

$$F_3 = \frac{\pi D^2}{4} + \pi DL \quad (16)$$



където: L е дължина на топлообменната повърхност, която се изчислява като:

$$L = \varphi.H = 0,8.H, m \quad (17)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработена е усъвършенствана методика за изчисляване и избор на хладилна инсталация, която да обслужва отделение за първично винопроизводство.

Методиката може да се използва при проектирането на нови или реконструкцията на вече съществуващи винарски предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Димитров Д.Ц. и др. Технологични инструкции за производствена дейност на винарската промишленост, София , изд. "Техника", 1984

[2] Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий, М.:ДелиПринт, 2004

[3] Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческого производства, М:"КолосС", 2005

[4] Славовски М.К. Технологично обзавеждане на винарската промишленост, Пловдив, изд."Христо Г.Данов", 1979

За контакти:

Гл.асистент д-р Панко Събчев Митев, Катедра "Технология на виното и пивото", Университет по хранителни технологии, гр. Пловдив", тел.: 032-603 708, e-mail: pankratbg@yahoo.com

Докладът е рецензиран.