

МИТЕВ П., д-р, гл. асс., СПАСОВ Х., д-р, доцент, СТОЯНОВ Н., д-р, гл. асс., БЛАГОЕВА Н., д-р

Университет пищевых технологий, Пловдив, Болгария

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПЕРВИЧНОГО ВИНОДЕЛИЯ

Приведены данные о технологических процессах на ряде винодельческих предприятий. На основе опыта проектирования новых винзаводов в Болгарии разработана современная методология расчета технологического оборудования предприятий первичного виноделия.

Ключевые слова: завод первичного виноделия, проектирование, технологическое оборудование, методология, расчет.

After analyzing the data from a study on the technological processes in a number of wineries and based on experience in designing new wineries in Bulgaria, was developed a new methodology for calculating the parameters of equipment for the production of wine.

Key words: factory, primary vine making, planning, technological equipment, methodology, calculation.

В последние годы в Болгарии наблюдается значительный прирост новых насаждений винограда винных сортов, а также обновление существующих. Стремление винзаводов к переработке винограда на собственных предприятиях по экономическим соображениям а также потому, что старые винодельческие предприятия не имеют современного оборудования привели к тому, что началось строительство большого количества малых и средних предприятий.

Ведущую роль в проектировании винодельческих предприятий имеет технология, в которой основное место занимает расчет и подбор технологического оборудования. В специальной литературе методы расчета винодельческих предприятий либо неполные [1, 2], либо произведены соответствии с устаревшей технологией вин [3, 4, 5].

Целью работы являлась разработка современной методологии расчета винзаводов на основе обработки информации о существующих винодельческих предприятиях и практического опыта в проектировании новых.

Основные технологические операции в промышленном производстве красных и белых вин по классическим технологиям связаны с принятием и переработкой винограда, бурного брожения виноградной мезги (сусла) и тихого дображивания молодых виноматериалов.

Производство красных вин.

На рисунке 1 представлена традиционная схема производства вин по красному способу, которая включает доставку винограда на винзавод бестарным способом в контейнерах, установленных на автотранспортных средствах (поз. 1). После определения количества и качества, виноград путем подъема контейнера (поз. 2), выгружают в бункер-питатель (поз. 3), откуда при помощи шнека его равномерно подают в дробильно-гребнеотделяющую машину (поз. 4), где он в первую очередь отделяется от гребней, а затем дробится. Гребни с помощью пневматического транспортера (поз. 6) удаляют за пределы цеха. Поступившую из дробилки (поз. 4) мезгу без гребней транспортируют винтовым насосом (поз. 5), дозируя (в случае необходимости) в потоке SO₂ и

ферменты (поз.7, 8). До поступления в бродильные аппараты (поз. 10, 11, 12) мезга может быть охлаждена в теплообменнике "труба в трубе" (поз. 9). Брожение проводят с использованием чистой культуры дрожжей в винификаторах, которые должны обеспечивать возможность интенсификации экстракционных процессов и поддержания требуемой температуры ферментации. При использовании горизонтальных ротавинификаторов (ротавиниматиков) (поз. 10) процессы экстракции активизируют путем перемешивания жидких и твердых фракций при вращении аппаратов. В железобетонных резервуарах (поз. 11) и в вертикальных винификаторах (поз. 12) процесс экстракции активизируют путем рециркуляции жидкости и орошения "шапки" бродящего суслу при помощи насоса. После окончания бурного брожения, виноматериал-самотек направляют на дображивание в резервуары (поз. 13, 14, 15). Стекшую сброженную мезгу при помощи винтовых насосов (поз. 22) подают в пресс (поз. 18), где отделенные прессовые фракции насосом (поз. 17) отправляют на дображивание в резервуары (поз. 16), а выжимки при помощи транспортера (поз. 19) – в транс-

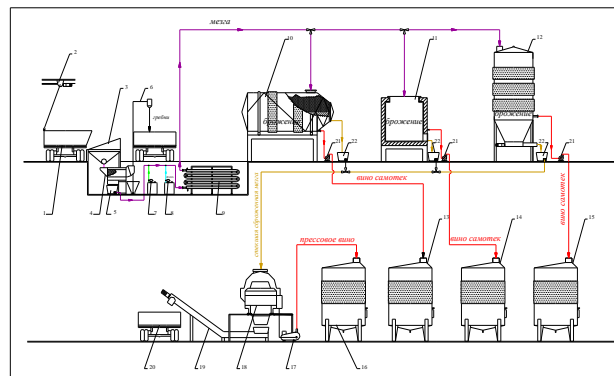


Рис.1. Технологическая линия для производства красных вин

портные средства (поз. 20).

Методика расчета оборудования.

1. Годовая производительность оборудования – B_0 , кг.

Задается количество винограда, который должен быть принят и переработан на проектируемом предприятии за сезон.

2. Суточная производительность – Π , кг:

$$\Pi = \frac{B_0 \cdot \eta_0}{T}, \quad (1)$$

где: $\eta_0 = 1,25 \dots 1,8$ – коэффициент неравномерности поступления винограда на завод;

T - длительность сезона, дней.

3. Часовая производительность – M , кг/ч:

$$M = \frac{P \cdot \eta_d}{\tau}, \quad (2)$$

где: $\eta_d = 1,2 \dots 1,3$ – коэффициент неравномерности поступления винограда в течение дня;

τ – продолжительность рабочего дня во время сбора (принимается минимум 10 ч).

4. Определение количества технологических линий n :

$$n = \frac{M}{M_o}, \quad (3)$$

где: M_o – часовая производительность линии, кг/ч, выбирается по технологическим и технико-экономическим соображениям проектировщика.

5. Определение количества аппаратов бурного брожения (i типа) – n_i :

$$n_i = \frac{P'_i \cdot (\xi_i + 1)}{V_i \cdot \rho_k \cdot \varphi_k}, \quad (4)$$

где: ξ_i – количество дней бурного брожения в аппарате i типа;

V_i – геометрический объем соответствующих аппаратов брожения;

ρ_k – плотность материала брожения, кг/м³;

φ_k – коэффициент заполнения аппарата ($\varphi_A = 0,8 \dots 0,85$ для виноградной мезги).

P'_i – ежедневное количество виноградной мезги для брожения в аппаратах i вида; берется из материального баланса или с достаточной точностью можно определить следующим образом:

- во-первых, рассчитать общий суточный объем виноградной мезги для брожения P' :

$$P' = P - \lambda \% \cdot P, \quad (5)$$

где: λ – потери в процессе перехода от сырья до брожения, $\lambda = 3 \dots 6$ % при переработке различных сортов (без гребней);

- во-вторых, рассчитать общее суточное количество виноградной мезги для брожения на различные виды аппаратов для брожения (этот процент распределения K_i устанавливается заранее инвестором или берется в качестве технологического решения проектанта):

$$P'_i = K_i \% P'. \quad (6)$$

6. Определение количества аппаратов для дображивания – $n_i^{T\Phi}$.

6.1. При выполнении условия $\xi^{T\Phi} \eta_o < T$ количество аппаратов для дображивания рассчитывают по формуле:

$$n_i^{T\Phi} = \frac{P'_i (\xi_i^{T\Phi} + 1)}{V_i^{T\Phi} \cdot \rho \cdot \varphi_\phi}, \quad (7)$$

где: $\xi_i^{T\Phi}$ – дни дображивания;

ρ – плотность недоброда, кг/м³;

φ_ϕ – коэффициент заполнения аппарата недобродом, берется $\varphi_\phi = 0,9 \dots 0,95$;

P'_i – суточный объем недоброда для тихого

брожения в аппаратах i вида, берется из материального баланса или с достаточной точностью можно считать следующим образом:

$$P''_i = r P'_i, \quad (8)$$

где: r – коэффициент выхода жидкой фракции, для виноматериала-самотека вместе с первой прессовой фракцией (в соответствии с решением технолога) $r = 0,50 \dots 0,62$; для прессовых фракций виноматериала-недоброда $r = 0,10 \dots 0,22$;

$V_i^{T\Phi}$ – объем соответствующих резервуаров для дображивания, определяется на основе количества вина, полученного из одного или двух винификаторов и в редких случаях из большего количества аппаратов. С технологической точки зрения наиболее удобно работать с резервуарами для дображивания, заполняющимися из одного винификатора, но этот вариант дороже из-за большого количества небольших резервуаров, так что часто применяются и другие решения (особенно для прессовых фракций).

Объем резервуара для дображивания $V_i^{T\Phi}$ рассчитывают по следующим формулам.

Для виноматериала-самотека вместе с первой прессовой фракцией:

$$D = (0,57 \dots 0,68) \cdot V_i. \quad (9)$$

Для прессовых фракций виноматериала:

$$V_i^{T\Phi} = (0,12 \dots 0,25) \cdot V_i \cdot m, \quad (10)$$

где m – количество винификаторов, из которых наполняют один резервуар для дображивания.

Из каталога выбирают стандартный резервуар $V_i^{T\Phi}$ ближайшего большего объема.

6.2. Если соблюдается условие $\xi^{T\Phi} \eta_o \geq T$, количество аппаратов для дображивания рассчитывают по формуле:

$$n_i^{T\Phi} = \frac{B_i^{II}}{V_i^{T\Phi} \cdot \rho \cdot \varphi_\phi}, \quad (11)$$

где B_i^{II} – общий объем молодого виноматериала, полученного в винификаторах i типа; берется из материального баланса или с достаточной точностью можно определить следующим образом:

$$B_i^{II} = K_i r \cdot (B_o - \lambda \cdot B_o). \quad (12)$$

Из каталога выбирается стандартный резервуар $V_i^{T\Phi}$ ближайшего большего объема.

II. Производство белых вин.

На рисунке 2 представлена традиционная технологическая схема производства вин по белому способу. Все операции до получения мезги аналогичны соответствующим при переработке красных сортов винограда. До поступления в стекатель (поз. 10, 11) или пресс (поз. 12) виноградная мезга охлаждается в теплообменнике типа "труба в трубе" (поз. 9). В винификаторе (стекателе) (поз. 10, 11) виноградная мезга настаивается и/или разделяется. После отделения сусла-самотека, обессушенную мезгу прессуют в прессе (поз. 12) для отделения прессовых фракций сусла. Мезгу из неароматичных сортов винограда разделяют и прессуют прямо в прессе (поз. 12), где получают сусло-самоотек и прессовые фракции сусла. Осветление полученного сусла производят

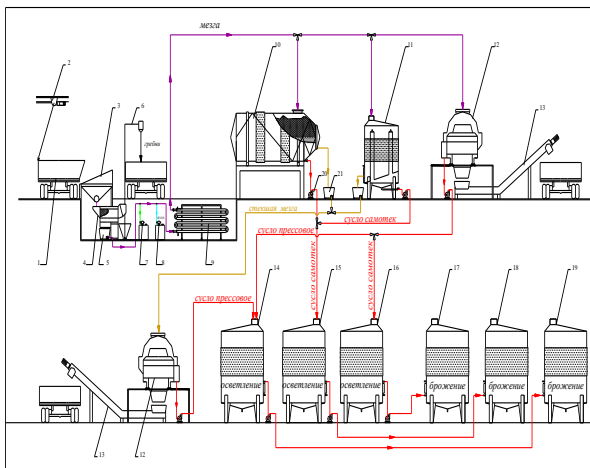


Рис.2. Технологическая линия для производства белых вин

гравитационным способом в резервуарах (поз. 14, 15, 16). Брожение проводят с использованием чистой культуры дрожжей. Основное технологическое условие, которое должны обеспечивать ферментаторы (поз. 17, 18, 19) – возможность поддержания надлежащей температуры брожения. После окончания бурного брожения виноматериал-недоброд направляют для дображивания в резервуары, аналогичные резервуарам для бурного брожения.

Методика расчета

1. Годовая производительность $B_0, \text{кг}$.
2. Суточная производительность $\Pi, \text{кг}$, как и у красных сортов, формула (1).
3. Часовая производительность – $M, \text{кг/ч}$, как и у красных сортов, формула (2).
4. Определение количества технологических линий n , как и у красных сортов, формула (3).

5. Определение количество оборудования (i типа) для:

- настаивания и (или) стекания виноградной мезги;
- стекания и прессования виноградной мезги.

$$n_i^o = \frac{\Pi_i'}{(V_i \cdot \rho_k \cdot \varphi_k) \cdot c}, \quad (13)$$

где: Π_i' – ежедневное количество виноградной мезги для аппарата i типа – рассчитывается аналогично красным сортам;

V_i – геометрический объем аппарата (i типа) для конкретной технологической схемы: V_1 – объем ротационного аппарата, V_2 – объем статических стекающих аппаратов, V_3 – объем пресса для виноградной мезги;

ρ_k – плотность виноградной мезги, кг/м^3 ;

φ_k – коэффициент заполнения: в аппаратах для настаивания и (или) стекания виноградной мезги $\varphi_k = 0,85 \dots 0,9$ (в случае сцеживания еще во время наполнения может достигать значений $\varphi_k \geq 1$); в прессе для прессования виноградной мезги $\varphi_k \geq 1$ и может достигать $\varphi_k = 2 \dots 2,5$;

c – количество циклов в сутки, определяется по формуле:

$$c = \frac{\tau}{\tau_{\text{ц}}}, \quad (14)$$

где: τ – продолжительность рабочего дня, ч;
 $\tau_{\text{ц}}$ – продолжительность одного рабочего цикла (в том числе время погрузки, время для технологической операции и время разгрузки).

6. Определение количества аппаратов для осветления:

$$n_i^{\delta} = \frac{\Pi_i''}{(V_i^{\delta} \cdot \rho_m \cdot \varphi_m) \cdot c}, \quad (15)$$

где: V_i^{δ} – объем аппаратов для осветления, рассчитывается для сусла-самотека с суслом 1-й прессовой фракции:

$$V_i^{\delta} = (0,5 \dots 0,64) V_i \varphi_k, \quad (16)$$

для сусла 2-й прессовой фракции:

$$V_i^{\delta} = (0,11 \dots 0,25) V_i m \varphi_k, \quad (17)$$

где: m – это количество стекающих и прессов, после которых наполняется один резервуар для осветления;

ρ – плотность осветляемого сусла, кг/м^3 ;

φ_m – коэффициент заполнения аппарата, $\varphi_m = 0,9 \dots 0,95$;

Π_i'' – дневное количество сусла для осветления в аппаратах i типа: берется из материального баланса или достаточно точно может быть рассчитано следующим образом:

$$\Pi_i'' = r \Pi_i', \quad (18)$$

где: r – коэффициент заполнения, для сусла-самотека с суслом 1-й прессовой фракции $r = 0,5 \dots 0,64$, для сусла 2-й прессовой фракции $r = 0,11 \dots 0,25$.

7. Определение количества аппаратов бурного брожения:

$$n_i^{\Phi} = \frac{\Pi_i^{\text{III}} \cdot (\xi_i^{\Phi} + 1)}{V_i^{\Phi} \cdot \rho_m \cdot \varphi_m}, \quad (19)$$

где: ξ_i^{Φ} – количество дней бурной ферментации;

ρ_m – плотность броющего сусла, кг/м^3 ;

φ_m – коэффициент заполнения аппарата, $\varphi_m = 0,9 \dots 0,95$;

Π_i^{III} – дневное количество броющего сусла в аппарате, берется из материального баланса или с достаточной точностью рассчитывается следующим образом:

$$\Pi_i^{\text{III}} = r_o \Pi_i''; \quad (20)$$

где: r_o – коэффициент заполнения, для сусла-самотека вместе с суслом прессовых фракций $r_o = 0,95 \dots 0,97$, для сусла прессовых фракций $r_o = 0,85 \dots 0,95$;

V_i^{Φ} – объем соответствующих резервуаров для брожения определяют на основе количества сусла, полученного из одного или в редких случаях из двух

аппаратов $V_i^\Phi = (1...1,2) V_i \cdot \varphi_m$; с технологической точки зрения наиболее подходящим является заполнение резервуаров брожения сулом, полученным из одного стекателя или пресса $V_i^\Phi = (0,5...0,6)$.

Разработана усовершенствованная методика расчета

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Славовски М.К. Технологично обзавеждане на винарската промишленост. Пловдив, изд. "Христо Г. Данов", 1979.
2. Димитров Д.Ц. и др. Технологични инструкции за производствена дейност на винарската промишленост. София, изд. "Техника", 1984.
3. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. – М.: ДеЛиПринт, 2004.
4. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческого производства. – М.: "Колос", 2005.
5. Яковлев П.М. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. – М.: Пищевая промышленность, 1975.

Требования к оформлению материалов для журнала «Пищевая наука и технология»

К статье прилагаются: письмо о направлении в печать; рецензия. На отдельной странице приводятся сведения об авторах: фамилия, имя, отчество (полностью) на языке статьи и английском языках, ученая степень и звание, должность, полное название организации, вуза или предприятия, их почтовый адрес, адрес для переписки (с указанием почтового индекса), контактные телефоны (с указанием кода города), факс, E-mail.

Текст статьи на украинском, русском или английском языке принимается в электронном виде (на диске 3,5 или CD диске). Прилагается также бумажный вариант статьи, подписанный авторами. Материал должен быть подготовлен:

- ❖ в Microsoft Word 2000 или его более поздних версиях без форматирования;
- ❖ шрифт Times New Roman, стиль – обычный, шрифт – 8 п. УДК и аннотация, 10 п. (текст статьи);
- ❖ интервал – одинарный, поля – 20 мм со всех сторон; колонтитулы – 1,0 см.
- ❖ объем научных статей не менее 3 и не более 6 страниц компьютерного текста;
- ❖ язык издания – украинский, русский или английский.

Текст статьи должен отвечать такой структуре:

- ❖ УДК в верхнем левом углу страницы обычным шрифтом в 8 пунктов;
- ❖ через одинарный интервал в 10 п. полужирным шрифтом 10 п. фамилии и инициалы авторов, ученые степени, звания и должности, ниже обычным шрифтом – полное название организации и город;
- ❖ название статьи печатают через один интервал (10 пунктов) большими полужирными буквами по центру страницы шрифтом в 14 пунктов;
- ❖ затем, через 1 интервал печатают аннотацию (7-10 строк на языке статьи и английском), а с новой строки – ключевые слова (не более 8); выравнивание текста по ширине, обычным шрифтом в 8 пунктов.
- ❖ основной текст статьи печатают через 1 интервал с выравниванием текста по ширине, расстановка переносов – автоматическая.

Основная тематика издания:

- Нутрициология, диетология, проблемы питания;
- Химия пищевых продуктов и материалов; новые виды сырья;
- Технология пищевых производств;
- Контроль качества и безопасность продуктов пи-

технологического оборудования предприятий первичного виноделия по приготовлению белых и красных виноматериалов, которые могут быть использованы при проектировании винзаводов нового типа.

Поступила 09.2010

- Биопроцессы, биотехнология пищевых продуктов;
- Биологически активные добавки;
- Процессы и оборудование пищевых производств;
- Управление и автоматизация пищевыми производствами;
- Экология и охрана окружающей среды.

Статья излагается в следующей последовательности:

- аннотация, ключевые слова;
- введение;
- материалы и методы;
- результаты и их обсуждение;
- заключение;
- список литературы.

Рисунки, диаграммы, схемы, фотографии, графические изображения выполняются только черно-белыми, диаграммы – в градациях черного. Иллюстративный материал должен быть представлен в формате JPEG, TIFF, BMP (с разрешающей способностью печати 300 dpi.).

Размерность физических величин и химических показателей в системе СИ.

Таблицы приводятся в тексте. Названия отдельных граф должны быть короткими, без сокращений. Данные, приведенные в таблице, не должны дублироваться в тексте.

Формулы набираются во встроенном редакторе Microsoft Equation. Шрифты – Symbol (Греческие буквы и Символы), остальные – Times New Roman; начертание: Переменная – наклонная (курсив), остальные – обычные; размеры (пт.): Обычный – 10; Крупный индекс – 7; Мелкий индекс – 6; Крупный символ – 16; Мелкий символ – 10.

Список литературы дается в порядке цитирования, в соответствии с ДСТУ. Ссылки на источники в тексте в виде номеров в квадратных скобках. В обзорных статьях не более 15 источников, во всех других – не более 8.

Материалы статей проходят обязательное рецензирование. В случае необходимости статья возвращается авторам для доработки. Датой поступления статьи будет считаться дата получения редакцией переработанного варианта.

Редакция оставляет за собой право сокращения и редактирования статей без согласования с авторами.