

УДК 663.43

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА НА ПИВОВАРЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

О.В. Бондарчук,

ст. преподаватель каф. электротехнологии БГАТУ

И.И. Гургенидзе,

доцент каф. экономики и организации предприятий АПК БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

В.А. Пашинский,

зав. каф. энергоэффективных технологий МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, канд. техн. наук, доцент

В статье приведены результаты расчетов внедрения установки для интенсификации процесса производства солода на пивоваренном предприятии. Установлено, что при данном способе интенсификации происходит увеличение выхода товарного пива на 1,2 %.

Ключевые слова: интенсификация, солод.

The article presents the results of calculations for the introduction of an installation for the intensification of the malt production process at a brewery. It has been found that with the given method of intensification, the output of commercial beer increases by 1.2%.

Keywords: intensification, malt.

Введение

Технологические расчеты производства пива на высокопроизводительном оборудовании на заводах имеют одно общее направление: технологический процесс, по возможности, должен быть сокращенным, для чего подбирается конкурентоспособное технологическое оборудование и технологические приемы, позволяющие уменьшить длительность процесса. Предлагается способ интенсификации процесса производства солода, вследствие чего увеличивается выход товарного пива и сокращаются сроки получения солода.

Целью данной работы является обоснование эффективного применения установки для интенсификации процесса производства солода на пивоваренном предприятии.

Основная часть

На некоторых пивоваренных предприятиях имеется оборудование для производства не только пива, но и солода. Именно на таких предприятиях предлагается внедрить установку для интенсификации процесса производства солода, что позволит увеличить выход товарного пива. В технологический процесс она включается на этапе подготовки пивоваренного ячменя перед солодоращением. Внедрение данной установки позволяет повысить содержание массовой доли экстракта в сухом веществе солода и вследствие этого увеличить выход конечной продукции – пива, а также сократить сроки получения солода [1].

Для производства солода может быть использован очищенный или неочищенный ячмень. Норма расхода очищенного ячменя на 1 т солода, кг [2] рассчитывается по формуле:

$$C_0 = \frac{1000 \cdot (100 - a) \cdot 100}{B \cdot (100 - \delta)} = \frac{1000 \cdot (100 - 4,8) \cdot 100}{88 \cdot (100 - 14)} = 1258 \text{ кг}, \quad (1)$$

где a – влажность готового солода – 4,8 %;
 δ – влажность расходуемого ячменя – 14 %;
 B – плановый выход солода в пересчете на сухое вещество – 88 %.

Следовательно, в солодовенном цехе на производство 1000 кг солода расходуется 1258 кг очищенного пивоваренного ячменя [3].

Для производства пива в размере 500 тыс. дал в год на предприятии необходимо переработать 1258 тонн ячменя.

Суточный расход зернопродуктов составляет, т:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{год}} \cdot a}{n_{\text{мес}}} = \frac{1258 \cdot 0,1}{28,5} = 4,41 \text{ т}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{год}}$ – количество зернопродуктов, перерабатываемых за год, т;

a – доля максимального месячного выпуска пива от годового ($a=0,1$);

$n_{\text{мес}}$ – число дней работы в месяце ($n_{\text{мес}} = 28,5$).

Для интенсификации процесса производства солода применяем установку со следующими

техническими параметрами:

- производительность – от 1,1 до 1,76 т/ч;
- потребляемая мощность – от 1,5 до 1,7 кВт;
- допустимая влажность материала – 14 %;
- напряжение питания – 400 (230) В;
- частота – 50 Гц.

Производительность установки для обработки пивоваренного ячменя в автоматическом режиме, т/ч:

$$q_i = q_o \cdot k_a, \quad (3)$$

где q_o – производительность установки при стандартном режиме работы, т/ч;

k_a – коэффициент, учитывающий применение автоматического регулирования режимами обработки.

$$k_a = \frac{1}{m_{gw}}, \quad (4)$$

где m_{gw} – коэффициент производительности, который можно найти по таблице коэффициентов перевода объема продукции из физических тонн в плановые ($m_{gw} = 0,98$).

$$k_a = \frac{1}{0,98} = 1,02,$$

$$q = 1,76 \cdot 1,02 = 1,8 \text{ т/ч}$$

Время работы установки, ч/год:

$$\tau_o = \frac{Q_{сут} \cdot n_{мес} \cdot 12}{q_o} = \frac{4,41 \cdot 28,5 \cdot 12}{1,76} = 857 \text{ ч/год} \quad (5)$$

Действительный фонд времени работы оборудования, ч/год:

$$\tau_n = \tau_o / k_a = 857 / 1,02 = 840 \text{ ч/год} \quad (6)$$

Производим расчет выхода товарного пива с применением установки для интенсификации процесса производства солода и без нее.

Исходные данные для расчета годового объема производства 500 дал пива [4]:

- выпускаемая продукция – 12 %-е пиво, $e = 12$ %;
- масса солода $Q' = 1000$ т;
- потери при полировке $П_n = 0,5$ %;
- потери экстракта $П_e$ составляют 2,7 %;
- потери сусла $П_{хд}$ равняются 6 %;
- потери в отделении главного брожения $П_б = 2,3$ %;
- потери при дображивании $П_д = 1$ %;
- потери сусла в отделении дображивания и фильтрования $П_{дф} = 2,7$ %;
- потери товарного пива при розливе в бутылки $П_p = 2$ %;
- экстрактивность солода $\mathcal{E}_o' = 78,2$ % / $\mathcal{E}_n' = 79,1$ %;
- важность $W' = 4,8$ %.

Отходы солода при полировке при данном объеме производства, т

$$Q_n = Q' \cdot \frac{П_n}{100} \quad (7)$$

Количество полированного солода, т

$$Q_{nc} = Q' \cdot \frac{100 - П_n}{100} \quad (8)$$

Количество сухих веществ в солоде, т

$$Q_{cv} = Q_{nc} \cdot \frac{100 - W'}{100} \quad (9)$$

Содержание сухих веществ в солоде, т

$$Q'_{cv} = Q_{cv} \cdot \frac{\mathcal{E}'}{100} \quad (10)$$

Потери экстракта в варочном цехе, т

$$Q'_{mз} = Q' \cdot \frac{П_e}{100} \quad (11)$$

Количество экстрактивных веществ, переходящих в горячее сусло, т

$$\mathcal{E}_c = Q'_{cv} - Q'_{mз} \quad (12)$$

Масса сусла, т

$$Q_c = \mathcal{E}_c \cdot \frac{100}{e} \quad (13)$$

Объем сусла при 20°C, м³

$$V_c = \frac{Q_c}{d} \quad (14)$$

где d – плотность сусла при 20°C (1,04835 кг/л).

Коэффициент объемного расширения при нагревании сусла до 100°C равен 1,04. С учетом этого коэффициента объем горячего сусла, м³

$$V_{zc} = V_c \cdot 1,04 \quad (15)$$

Объем холодного сусла, м³

$$V_{xc} = V_{zc} \cdot \frac{100 - П_{хд}}{100} \quad (16)$$

Объем молодого пива, м³

$$V_{m.n.} = V_{xc} \cdot \frac{100 - П_б}{100} \quad (17)$$

Объем нефильтрованного пива, м³

$$V_{нф} = V_{m.n.} \cdot \frac{100 - П_д}{100} \quad (18)$$

Объем фильтрованного пива, м³

$$V_{фн} = V_{нф} \cdot \frac{100 - П_{дф}}{100} \quad (19)$$

Предполагается, что 100 % пива разливается в бутылки. Таким образом, количество товарного пива, м³

$$V_{mт} = V_{фн} \cdot \frac{100 - П_p}{100} \quad (20)$$

Рассчитанные данные приведены в таблице 1.

Дополнительный выход товарного пива в год составит, м³:

$$\begin{aligned} \Delta V_{mт} &= V_{mтн} - V_{mтб} = 5228,833 - 5167,116 = \\ &= 61,717 \text{ м}^3 = 6171,7 \text{ дал} \end{aligned} \quad (21)$$

Таблица 1. Данные расчета выхода товарного пива с применением установки для интенсификации процесса производства солода и без нее

Параметр	Без применения установки	С применением установки
Отходы солода при полировке при данном объеме производства, т	5	5
Количество полированного солода, т	995	995
Количество сухих веществ в солоде, т	947,24	947,24
Содержание сухих веществ в солоде, т	740,74	749,27
Потери экстракта в варочном цехе при данном объеме производства, т	27	27
Количество экстрактивных веществ, переходящих в горячее сусло, т	713,74	722,23
Масса сусла, т	5947,84	6018,89
Объем сусла при 20 °С, м ³	5673,532	5741,299
Объем горячего сусла, м ³	5900,473	5970,950
Объем холодного сусла, м ³	5546,445	5612,693
Объем молодого пива, м ³	5418,877	5483,602
Объем нефильтованного пива, м ³	5364,688	5428,765
Объем фильтрованного пива, м ³	5272,567	5335,544
Объем товарного пива, м ³	5167,116	5228,833

Учитывая, что годовой объем производства пива – 500 тыс. дал, то применение установки для интенсификации процесса производства солода позволяет увеличить выход товарного пива на 6171,7 дал, что составляет 1,2 % от общего годового объема производства.

Применение установки для интенсификации процесса производства солода увеличивает расход электроэнергии на величину годового потребления электроэнергии данной установкой, кВт·ч/год, что составляет:

$$W_n = \frac{P \cdot k_s}{\eta} \cdot t = \frac{1,7 \cdot 0,82}{0,8} \cdot 840 = 1463,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{год} \quad (22)$$

В модернизированном варианте увеличивается годовое потребление воды за счет содержания более высокой массовой доли экстракта в солоде. Водопотребление увеличивается на величину дополнительного выхода горячего сусла, м³

$$V_{в.сод} = \Delta V_{св} = 5970,95 - 5900,473 = 70,477 \text{ м}^3 \quad (23)$$

Из произведенных расчетов видно, что при изменении такого показателя качества солода, как экстрактивность, изменяется выход горячего сусла и, соответственно, выход товарного пива. Выполненные исследования показали, что даже при незначительном увеличении экстрактивности солода, увеличивается выход горячего сусла и, соответственно, товарного пива.

В результате произведенных расчетов и оценки рисков, представлена графическая зависимость (рис. 1).

Заключение

1. Данный способ обработки пивоваренного ячменя в нынешних экономических условиях можно применить только на пивоваренных предприятиях, которые имеют собственные солодовни. В отличие от солодовенных предприятий, которые продают солод, основываясь на физических показателях, рационально брать в расчет качественные показатели при поставке продукции и производить продажу не в кг, а реализовать переход к условным единицам, а именно: к условным кг.

2. Экономический эффект от внедрения установки для интенсификации процесса производства солода состоит в увеличении выхода товарного пива.

3. При оценке эффективности не учтено, что сокращается время получения солода и это ускоряет технологический цикл. Аналогичное явление происходит и с показателями: увеличивается энергия прорастания, что, в конечном счете, обеспечивает повышение технологического эффекта и отражается на показателях экономического эффекта и экономической эффективности инвестиций в инновационный проект.

4. Наряду с экономической целесообразностью предлагаемого проекта модернизации, существует также экологический эффект от применения установки для интенсификации процесса производства солода. Это объясняется такими преимуществами, как отсутствие ингибиторов, ускорителей роста, ферментов.

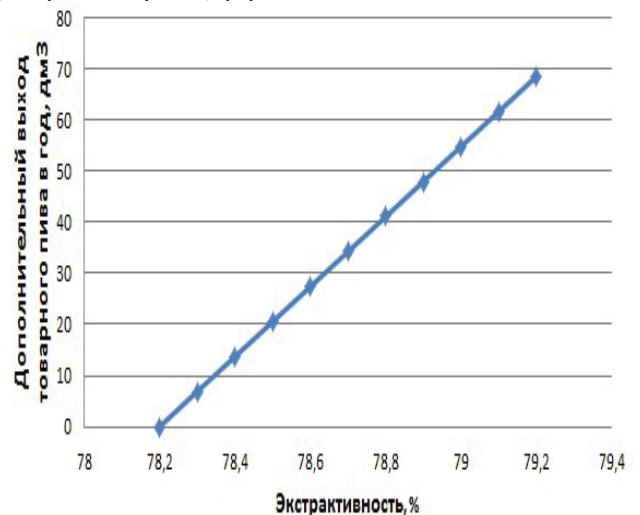


Рис. 1. Величина дополнительного выхода 12 %-го товарного пива в зависимости от экстрактивности солода при годовом объеме производства пива 500 тыс. дал с первоначальной

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашинский, В.А. Влияние обработки пивоваренного ячменя переменным электрическим полем на экстрактивность солода / В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь, О.В. Бондарчук // Агропанорама. – 2013. – №4. – С. 28-30.
2. Нормы технологического проектирования предприятий малой мощности пивоваренной промышленности: Консорциум кодекс ВНТП-10М-93 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа:

- <http://docs.cntd.ru/document/1200031821>. – Дата доступа: 02.02.2018.
3. Книги для всех [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://lib4all.ru/base/B2576/B2576Part44-215.php>. – Дата доступа: 06.06.2017.
 4. Studwood [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: https://studwood.ru/1594146/tovarovedenie/raschyot_produktov. – Дата доступа – 01.06.2017.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 02.04.2018

Автоматизированная микропроцессорная система очистки воздуха от микрофлоры на предприятиях АПК

Предназначена для очистки и обеззараживания воздуха от микрофлоры в помещениях, к которым предъявляются повышенные требования по предельному уровню содержания бактерий, вирусов плесени, грибов и других вредных микроорганизмов.



Основные технические данные

тип облучателя	закрытый (рециркуляционный)
производительность установки, м ³ /ч	900
подаваемое напряжение, V	220 ± 22
частота питания, Гц	50 ± 2
источник ультрафиолетового излучения (УФИ)	разрядная лампа высокого давления ДРТ-400
облучённость в эффективном спектральном диапазоне 220-400 нм, Вт/м ²	45 ± 15
ресурс работы УФИ (не более), ч	2500
срок службы (не менее), лет	5
управление установкой	дистанционное (пульт ДУ)
снижение обсемененности воздуха на выходе из установки	95 %

Применение установки позволяет эффективно в автоматическом режиме по заданной программе очищать воздух в производственных помещениях предприятий, к которым предъявляются повышенные требования к чистоте воздуха.