

JIT-компиляция эффективней, нежели обычная интерпретация исходного кода. JIT демонстрирует высокую производительность, нежели статическая компиляция, из-за оптимизаций, реализуемых исключительно во время работы самой программы.

Компиляция реализуется только для компьютера, на котором включено исполняемое приложение.

Среда собирает данные о выполняющейся программе, а затем производит ее оптимизацию. Почти все компиляторы используют информацию и данные о предшествующих активациях данного приложения.

Среда способна масштабно оптимизировать исходный код без явных потерь достоинств динамического компирирования. Наиболее легкая перестройка кода для наиболее эффективного использования кэша.

JIT содержит в себе компиляцию исходного кода в машинный код, а также реализацию этого кода. Результат поступает в оперативную память и исполняется в тот же момент, без переходного сохранения или запуска в качестве восторенной программы. Сейчас для сложных систем ради улучшения устойчивости и надежности не все участки памяти используются в качестве машинного кода. Ради безопасного включения все части памяти должны быть заранее отмечены в качестве выполняемых, но для повышения уровня безопасности показатель выполнения осуществим только после удаления показателя допущения записи.

Представленные методы позволяют работать с большими файлами, приложениями, рассчитывающими большие объемы данных, или постоянно возникающими запросами с наименьшими затратами времени и наиболее эффективным использованием ресурсов вычислительной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные принципы программирования: конкурентность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tproger.ru/translations/programming-concepts-concurrency>. – Дата доступа: 21.03.2021.

2. Синхронность и асинхронность процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/453192>. – Дата доступа: 21.03.2021.

3. Многопоточность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C>. – Дата доступа: 07.03.2020.

4. Асинхронность (компьютерное программирование) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.qaz.wiki/wiki/Asynchorny_\(computer_programming\)](https://ru.qaz.wiki/wiki/Asynchorny_(computer_programming)). – Дата доступа: 21.03.2021.

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПИВОВАРЕННОГО СОЛОДА DECLINE OF POWER-HUNGRYNESS OF PROCESS OF PRODUCTION OF BREWING MALT

В. А. Пашинский¹, О. В. Бондарчук²

V. A. Pashynski¹, O. V. Bondarchuk²

*¹Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь, pashynski@mail.ru
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*²Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

Приведены результаты исследования расхода энергии на сушку светлого солода при обработке пивоваренного ячменя неоднородным электрическим полем. По сравнению с солодом, зерно которого не подвергалось обработке, расход энергии меньше на 0,03 Гкал, что составляет 4,286 кг у.т. в пересчете на 1 т исходного зерна влажностью 14%.

Research results are resulted expense of energy on drying of light malt at treatment of brewing barley the heterogeneous electric field less than on 0,03 Gkal, that makes 4,286 kg of u.t. in a count on 1 t of initial grain by humidity 14% as compared to a malt grain of which was not exposed to treatment.

Ключевые слова: пивоваренный ячмень, напряженность электрического поля, солод, влагопоглощение, сушка, энергоемкость сушки, экстракт солода.

Keyword: brewing barley, tension of the electric field, malt, dehumidification, drying, power-hungryness of drying, extract of malt.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-305-308>

В Республике Беларусь в 2017 году под пивоваренный ячмень выделили 84,7 тысячи гектаров земли и получили более 205 тысяч тонн пивоваренного ячменя [1]. Тем не менее, госзаказ на его заготовку в объеме 150 тысяч тонн выполнен не полностью, а основной урожай оказался невостребованным отечественными пивоварами. По оценке специалистов концерна “Белгоспищепром”, у производителей едва наберется 58 тысяч тонн пивоваренного ячменя, который отвечает всем требованиям переработчиков. Главный недостаток – повышенное, более 12 процентов, содержание в зерне белка, следовательно, показатели качества солода будут неудовлетворительными.

Нами предложен способ [2] интенсификации процесса производства солода с помощью воздействия неоднородного электрического поля на зерновку. При этом механизм интенсификации процесса производства солода из пивоваренного ячменя заключается в том, что при воздействии на пивоваренный ячмень переменного неоднородного электрического поля высокой напряженности в результате высоковольтной поляризации происходит разрушение связи адсорбционных молекул воды, образуя свободную воду. Оставаясь в объеме зерна, свободная вода влияет на образование в зерне фитогормонов – гиббереллиновых кислот. Эти фитогормоны вызывают рост растения, а так же индуцируют экспрессию генов α -амилазы, последние расщепляют крахмал на моносахара, которые в дальнейшем сбраживаются.

При внесении семян в электрическое поле в них и в рабочей зоне, создающей это поле, протекают сложные электрические процессы, которые взаимосвязаны и взаимообусловлены. В электрическом поле на семена действуют пондеромоторные силы, обусловленные свободными зарядами семени (\vec{F}_e), смещенными поляризованными зарядами (\vec{F}_i) и зарядами, появляющимися на границах раздела слоев семени, так называемая электрострикционная сила (\vec{F}_s). Сила (\vec{F}_e) – результат взаимодействия поля со свободными зарядами, которые семена могут приобрести при взаимодействии коронного заряда, трения и т. д. Если объемную плотность зарядов семени обозначить через ρ , то

$$\vec{F}_e = \int_V \rho \vec{A} d\tau. \quad (1)$$

Взаимодействие смещенных зарядов семян с внешним электрическим полем приводит к появлению силы \vec{F}_i .

$$\vec{F}_i = -\frac{1}{2} \int_0^V \vec{A}^2 \text{grad} \varepsilon dv, \text{ или } \vec{F}_i = \int_0^V n \vec{p} \text{grad} |\vec{E}| dv, \quad (2)$$

где $\text{grad} \varepsilon$ и $\text{grad} |\vec{E}|$ – градиенты, учитывающие неоднородность диэлектрической проницаемости и электрического поля в семени; n – число диполей в единице объема; dv – элемент объема; ε – абсолютная диэлектрическая проницаемость семени; \vec{p} – электрический момент.

Из (2) следует, что сила \vec{F}_i зависит не только от напряженности электрического поля, но и от его неоднородности, поляризуемости семян, а последняя – от их биологического состояния и химического состава. Необходимое условие появления силы \vec{F}_i – неоднородность электрического поля.

При помещении семян с относительной диэлектрической проницаемостью ε_1 в поле двух электродов, на поверхностях ячменя, обращенных к положительно заряженному электроду, наводится отрицательный заряд Q_- , а на противоположной стороне – положительный Q_+ . На эти заряды действует электрическое поле и если оно неоднородно, то возникают две различные по направлению и значению силы:

$$\vec{F}_i = Q_- \vec{E}_1 \quad (3)$$

$$\vec{F}_i = Q_+ \vec{E}_2. \quad (4)$$

Силы \vec{F}_i и \vec{F}_i'' – направлены под углом α , отличным от 180° . Тогда по теореме косинусов получим

$$F_i = \sqrt{(F_i')^2 + (F_i'')^2 + 2F_i' F_i'' \cos \alpha}. \quad (5)$$

Поляризационная сила F_n создана разноименно заряженными электродами и зависит от угла α , который определяется пространственным расположением электродов относительно семени. При симметричном расположении семени

$$\vec{F}_i = 2\vec{E}Q \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right).$$

Зависимость $A = \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ от α с ростом угла α и сила \vec{F}_i уменьшаются.

Электрострикционная сила \vec{F}_c вызывает внутри семени деформацию (сжатие или растяжение отдельных слоев). Деформация приводит к изменению плотности семени, что изменяет ее диэлектрическую проницаемость. С учетом этого

$$\vec{F}_c = \frac{1}{2} \int_V \text{grad} \left(E^2 \frac{d\varepsilon}{d\tau} \right) dv,$$

где τ – плотность семени, кг/м³; $d\varepsilon/d\tau$ – изменение диэлектрической проницаемости семени при его деформации.

Природа электрострикционной силы более сложная, чем силы взаимодействия поля со свободными зарядами и поляризационной силы. Семена ячменя имеют слоистую неоднородную структуру, диэлектрическая проницаемость семени неодинакова поэтому получить ее аналитическую зависимость от номера слоя семени сложно. Вместе с тем раскрытие характера этой силы, влияние ее на поляризационную силу очень важно.

Известно, что внутренние слои семени имеют большую влажность и плотность, чем внешние. Нормальная составляющая вектора электрического смещения при переходе от слоя к слою остается неизменной:

$$D_i = \varepsilon_c E_c = \varepsilon_1 E_1 = \varepsilon_2 E_2 = \dots = \varepsilon_m E_m,$$

где $E_c, E_1, E_2, \dots, E_m$ – напряженности электрического поля во внешней среде и в слоях семени. $\varepsilon_c, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_m$ – диэлектрическая проницаемость воздуха и слоев семени. Диэлектрическая проницаемость при рассмотрении слоев семени от внешних к внутренним увеличивается, а напряженность электрического поля уменьшается. Вследствие этого на поверхности семени и на границах слоев наводятся заряды с определенной поверхностной плотностью.

В результате воздействия зарядов внутри семени его слои сжимаются, растягиваются и изгибаются. (Тарушкин). Число силовых линий в том или ином слое зависит от его диэлектрической проницаемости. Чем больше диэлектрическая проницаемость, тем меньше напряженность электрического поля и тем меньше число силовых линий проходит через этот слой.

В зависимости от соотношения диэлектрических проницаемостей веществ отдельных слоев,

$$\varepsilon_c < \varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \varepsilon_3$$

последние могут сжиматься или растягиваться. При условии электрострикционные силы внутренние слои семени растягивают, а если

$$\varepsilon_c < \varepsilon_1 < \varepsilon_2 > \varepsilon_3$$

сжимают. Сжатие или растяжение слоев семени может привести к изменению влагоудерживающей способности, что существенно может повлиять на процесс замачивания.

В случае $\varepsilon_c < \varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \varepsilon_3$ взаимодействие заряда каждого слоя с зарядом электрода создает определенные силы. Взяты условия три слоя семени и построены векторы этих сил. Пренебрегая тем, что точки приложения этих сил к семени разные, то их можно сложить. Суммарная сила:

$$\vec{F}_c = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_a.$$

\vec{F}_1 и \vec{F}_a – силы, действующие на поверхностные заряды семян; $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4, \vec{F}_5$ – на заряды слоев семени. Суммарная сила для m слоев:

$$\vec{F}_c = \sum_{i=1}^m \vec{F}_i.$$

При $\varepsilon_c < \varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \varepsilon_3$ внутренние заряды максимально усиливают поляризационную силу. Если же это условие нарушается, то заряды, наведенные внутри семени, могут несколько уменьшить эту силу.

Направление действия поляризационной силы зависит от диэлектрической проницаемости среды. Если диэлектрическая проницаемость среды меньше, чем у всех слоев семени, то оно притягивается к электродам. В противном случае выталкивается из области поля с большей напряженностью в область с меньшей напряженностью.

Экспериментальными исследованиями установлены оптимальные технологические параметры обработки пивоваренного ячменя: напряженность электрического поля 1,284 МВ/м; время обработки одной партии ячменя 3 с; количество обработок одной партии ячменя 3 раза. При этом энергоемкость процесса составляет 1,17 кВт·ч/т обработанного пивоваренного ячменя.

Сушку солода проводят подогретым воздухом с соблюдением определенного температурного режима (при сушке светлого солода температуру постепенно повышают с 25 до 75 – 80 °С, а при сушке темного – с 25 до 100–150 °С).

У сухого солода ростки после сушки становятся хрупкими, и их удаляют (отбивают на специальной машине), так как готовому пиву ростки придают горький и неприятный вкус. В процессе сушки влажность зеленого солода снижается с 40 – 50 до 4% при получении светлого и до 2% при получении темного солода.

При производстве солода теплота расходуется на сушку свежепросоженного солода. Расход определяется на основании материального и теплового баланса сушилки [3].

Количество испаряемой влаги из солода при сушке, кг, можно определить по уравнению:

$$W = G_{\text{вл}}(w_{\text{вл}} - w_c) / (100 - w_c) = G_c(w_{\text{вл}} - w_c) / (100 - w_{\text{вл}}),$$

где $G_{\text{вл}}$ и G_c – масса свежепросоженного и свежесушенного солода, кг;

$w_{\text{вл}}$ и w_c – влажность свежепросоженного и свежесушенного солода, %.

Материальный баланс влаги, кг, солодовенной сушилки определяется по уравнению:

$$W = Ld_2 - Ld_0,$$

где W – количество влаги, удаляемой из солода при сушке, кг;

L – расход воздуха в сушилке, кг;

d_2 и d_0 – влагосодержание свежего и отработанного воздуха, кг/кг, для расчета принимаем $d_2 = 0,010$ кг/кг, $d_0 = 0,022$ кг/кг [3];

Тогда расход воздуха в сушилке, кг, можно определить по формуле

$$L = \frac{W}{d_2 - d_0}.$$

Основная масса влаги из солода при сушке удаляется при температурах до 50 °С, чтобы не происходила клейстеризация крахмала пивоваренного зерна. В конце периода сушки количество удаляемой влаги невелико, но для достижения конечной цели сушки температура поднимается в зависимости от типа получаемого солода.

Расход тепловой энергии на сушку солода, кДж, определяется по уравнению:

$$Q_{\text{суш}} = [L(I - I_0) + G_c C_c (t_2 - t_1) - W C_B t_1] / \eta,$$

где I и I_0 – энтальпия свежего и отработанного воздуха, кДж/кг, для расчета приняты $I = 46,47$ кДж/кг, $I_0 = 86,37$ кДж/кг [3];

t_1 и t_2 – начальная и конечная температура солода, °С, для расчета приняты $t_1 = 17$ °С, $t_2 = 80$ °С;

G_c – масса свежесушеного солода, кг;

C_c и C_w – удельная теплоемкость высушенного солода и воды, кДж/(кг·°С), для расчета принимаем $C_c = 1,42$ кДж/(кг·°С); $C_w = 4,1868$ кДж/(кг·°С) [3];

η – КПД сушилки, учитывающий потери тепла в окружающую среду, для расчета примем равным 0,8.

Результаты расчета сведены в табл. 1. Из таблицы видно, что количество испаряемой влаги из солода, зерно которого предварительно обрабатывали неоднородным электрическим полем, меньше на 2,9 %, а количество энергии на сушку такого солода меньше на 0,03 Гкал в пересчете на 1 т исходного зерна влажностью 14 % по сравнению с солодом, зерно которого не подвергалось обработке.

Таблица 1 – Результаты расчета потребности в тепловой энергии на сушку светлого солода в расчете на 1 т исходного зерна влажностью 14 %

№ образца	Масса свежесушеного солода, кг	Количество испаряемой влаги, кг	Расход воздуха в сушилке, кг	Расход тепловой энергии на сушку солода, Гкал
Контроль	1322	427,6	35633	0,439
Зерно подвергнутое электрической обработке	1293	398,6	33217	0,409
Разница ±	- 29	- 29	- 2416	- 0,03

Заключение

По результатам исследований видно, что расход энергии на сушку светлого солода при обработке пивоваренного ячменя неоднородным электрическим полем меньше на 0,03 Гкал, что составляет 4,286 кг у.т. в пересчете на 1 т исходного зерна влажностью 14% по сравнению с солодом, зерно которого не подвергалось обработке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Продукт by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://produkt.by/news/kachestvo-pivovarenno-yachmenya-v-etom-godu-vyshe-proshlogodnego> – Дата доступа: 14.08.2018.
2. Способ обработки пивоваренного ячменя в сухом виде : пат. 22032 Респ. Беларусь, МПК С12С 1/02 О. В. Бондарчук, В. А. Пашинский, Н. Ф. Бондарь; заявитель Учреждение образования «Белорусский аграрный технический университет». – № а 20160040; заявл. 10.02.2016; опубл. 30.10.2017 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. Уласнасці / – 2017. – №5. – С. 21.
3. Киселева Т. Ф. Технология отрасли. Технологические расчеты по производству солода: учебное пособие / Т. Ф. Киселева; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2005. – 120 с.

МИНИМИЗАЦИЯ ПОТЕРЬ В СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ЗАГРУЗКИ MINIMIZATION OF LOSSES IN POWER TRANSFORMERS BY OPTIMIZATION OF THEIR LOAD

**В. А. Пашинский, П. С. Величко
V. A. Pashynski, P. S. Velichko**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь, pashynski@mail.ru
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, the Republic of Belarus*

Приведена методика определения расчетной мощности трансформатора трансформаторной подстанции методом эффективного числа электроприемников с целью минимизации потерь в стали и меди трансформатора путем повышения коэффициента загрузки до оптимального значения не менее 0,75.

The method of determination of calculation power of transformer of transformer substation is resulted by the method of effective number of electro-receivers with the purpose of minimization of losses in steel and copper of transformer by the increase of load factor to the optimum value no less than 0,75.

Ключевые слова: трансформатор, электрическая нагрузка, эффективное число электроприемников, потери энергии.

Keyword: transformer, electric loading, effective number of electro-receivers, losses of energy.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-308-311>