



Выпуск 3

# ВЕСТНИК АГРАРНОЙ НАУКИ ДОНА

Теоретический  
и научно-практический журнал

Зерноград  
2009



Печатается по решению ученого совета Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия»

**Учредители:** Министерство сельского хозяйства РФ, Российская академия сельскохозяйственных наук, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области, ФГОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия», ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства», ФГОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», ФГОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия»

**Редакционный совет:** В.В. Нунгезер, Ю.Ф. Лачуга, И.В. Кузнецов, М.А. Таранов, В.И. Пахомов, А.И. Бараников, П.А. Михеев

**Редакционная коллегия:** А.М. Бондаренко (председатель редколлегии), Ю.А. Колосов, В.А. Волосухин, В.Б. Рыков (заместители председателя редколлегии), И.А. Долгов, Э.И. Липкович, Т.М. Зуева, В.В. Гарькавый, В.Ф. Бирман, А.А. Серегин, И.К. Винников, А.И. Бурьянов, Е.В. Агафонов, Н.В. Михайлов, Л.А. Малышева, Н.А. Иванова, Г.А. Сенчуков

**Составитель:** В.В. Мирошникова

**Редактор:** Н.П. Лучинкина

**Художественный редактор:** С.П. Вдовикина

**Компьютерная верстка:** Н.В. Гвоздик

**Перевод:** О.Н. Скуйбедина

Подписано в печать 25.08.2009 г.

Выход в свет 25.09.2009 г. Формат 60x84 1/8. Уч.-изд. л. 8,6.

Тираж 1000 экз. Заказ № 459.

**Адрес издателя:** 347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Советская, 15  
РИО ФГОУ ВПО АЧГАА

**Адрес редакции:** 347740, Ростовская область,  
г. Зерноград, ул. Ленина, 21

**Телефон/факс:** (863 59) 43-8-97, (863 59) 43-3-80

**E-mail:** achgaa@zern.donpac.ru

При перепечатке материалов ссылка на «Вестник аграрной науки Дона» обязательна.

В издании рассматриваются научные проблемы обеспечения функционирования различных отраслей агропромышленного комплекса. Представленный материал предназначен для ученых, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, руководителей предприятий АПК, слушателей курсов повышения квалификации и др.

ISSN 2075-6704

© ФГОУ ВПО АЧГАА  
© ГНУ ВНИПТИМЭСХ  
© ФГОУ ВПО ДонГАУ  
© ФГОУ ВПО НГМА

**СОДЕРЖАНИЕ****CONTENTS**

<i>Механизация, электрификация животноводства, растениеводства</i>	<i>Mechanization and Electrification of Live-Stock Breeding and Plant-Growing</i>
<b>Вялых В.А., Бондаренко А.М., Савушкин С.Н., Алехин В.Т., Вялков В.И.</b> Математическая модель технологий использования средств защиты растений по замкнутому циклу и ее реализация.....6	<b>Vjalykh V.A., Bondarenko A.M., Savushkin S.N., Alekhin V.T., Vjalkov V.I.</b> Mathematic Model of Plant Protection Means Usage Technologies on Closed Cycle and its Realization.....6
<b>Полунин В.Н., Жидченко Т.В., Бельтюков Л.П., Купров А.В.</b> Влияние электромагнитного поля на посевные ростовые и продуктивные свойства озимой пшеницы.....12	<b>Polunin V.N., Zidtchenko T.V., Beltjukov L.P., Kuprov A.V.</b> Electromagnetic Field Influence Upon Winter Wheat Productive and Seed- Growing Properties.....12
<b>Васильев А.Н., Грачева Н.Н.</b> Математическое описание процесса сушки зерна электроактивированным воздухом (ЭАВ).....16	<b>Vasiliev A.N., Gratcheva N.N.</b> Mathematic Description of Grain Drying Process with Electro Active Air (EAA).....16
<b>Хижняк В.И., Черемисин Ю.М., Балашов А.В.</b> Экспериментальное исследование процесса выноса дискретной частицы из заклиненного слоя частиц.....21	<b>Khizhnjak V.I., Tcheremisin Y.M., Balashov A.V.</b> Experimental Investigation of Discrete Particle Removal Process out of Wedged Particle Layer.....21
<b>Таранов М.А., Головинов Н.В.</b> Особенности электрогидравлической обработки крахмало- и целлюлозосодержащих отходов сельскохозяйственного производства при получении биоэтанола.....29	<b>Taranov M.A., Golovinov N.V.</b> Peculiarities of Electrohydraulic Processing of Agricultural Starch and Cellulose Waste Products at Bioethanol Production.....29
<b>Ключка Е.П.</b> Оптимизация параметров исследуемой облучательной установки.....33	<b>Kljutchka E.P.</b> Parameters Optimization of Investigating Irradiating Device.....33
<b>Таранов М.М.</b> Экспериментальное определение коэффициентов искажения синусоидальности тока и напряжения в сельском жилом доме.....36	<b>Taranov M.M.</b> Experimental Determination of Sinusoidness Distortion Coefficient of Current and Voltage in a Village Dwelling House.....36

## Показатели точности

№ опыта	$M, Н$	$\sigma, Н$	$m_M, Н$	$m_\sigma, Н$	$P, \%$
1	22,853	2,264	0,755	0,534	3,30
2	23,678	1,313	0,464	0,328	1,96
3	25,179	1,043	0,394	0,279	0,57
4	32,603	2,600	0,871	0,613	2,67
5	17,860	1,085	0,362	0,256	2,02
6	29,668	2,216	0,508	0,359	1,71

Экспериментальные исследования проведены с достаточной точностью.

На основе проведённых экспериментальных исследований можно сделать следующие **выводы**:

– при выносе частицы из слоя материала необходимое усилие будет иметь переменное значение от минимального до максимального;

– на изменение необходимой силы влияют различные факторы: размер, масса, укладка частиц, сжатие;

– при работе дозирующих устройств пневматических аппаратов точного высева, имеющих определённое значение усилия по выносу частиц из слоя, будут наблюдаться варианты с захватом одной частицы, нескольких или частицы не будут захватываться вовсе;

– для создания благоприятных условий захвата частиц дозирующий элемент должен производить захват в центральной части слоя.

УДК 621.9.044.4

### ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРАХМАЛО- И ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БИОЭТАНОЛА

© 2009 г. член-кор. РАСХН, д.т.н., профессор М.А. Таранов,  
апирант Н.В. Головинов

Азово-Черноморская государственная  
агроинженерная академия, г. Зерноград

Azov-Blacksea State Agroengineering  
Academy, Zernograd

Среди разнообразных видов электрофизического воздействия на крахмало- и целлюлозосодержащее сырье особое место занимает электрогидравлическая обработка. Основными факторами, определяющими качество подготовки крахмало- и целлюлозосодержащего сырья к ферментации и сбразиванию при получении высоких удельных показателей выхода биоэтанола, являются: температура затора, выдержка времени после нагрева затора до требуемой температуры, степень измельчения КЦС и рН водной среды затора.

Для снижения уровня влияния этих факторов на величину выхода биоэтанола предполагается увеличение скорости ввода энергии в канал разряда, а значит и мощности ударной волны, оказывающей разрушающее действие на крахмальную клетку.

Among different ways of electrophysical influence on starch and cellulose raw material electrohydraulic processing takes a special place. The main factors, determining quality of starch and cellulose raw material (SCRM) preparing for fermentation and rumbings when receiving

high showings of bioethanol production are obstruction temperature, time delay after obstruction heating up to appropriate temperature, SCRM crumbling up level and pH obstruction water surrounding.

To decrease these factors influence upon bioethanol production value it is suggested to increase flow energy speed into discharge channel and wave power as well which distracts starch cell.

Среди существующих методов предварительной обработки крахмало- и целлюлозосодержащего сырья (КЦС) выделяется большая группа электрофизических способов и средств. Особое место здесь занимает электрогидравлическая (ЭГ) обработка как наиболее эффективная с точки зрения быстродействия и многогранности воздействия на КЦС.

Необходимо определить влияние параметров ЭГ-установки на величину амплитуды давления ударной волны, а также режима обработки на качество подготовки КЦС к ферментации и дальнейшему сбраживанию в биоэтанол.

Основными факторами, определяющими качество подготовки КЦС к ферментации и сбраживанию при получении высоких удельных показателей выхода биоэтанола, являются [1]:

- 1) температура затора –  $t_3$ ;
- 2) выдержка времени после нагрева затора до требуемой температуры;
- 3) степень измельчения КЦС;
- 4) pH водной среды затора.

Проведение ЭГ-обработки затора снижает уровень влияния этих факторов на величину выхода биоэтанола из КЦС [2, 3].

Импульсный электрический разряд в жидкости или электрогидравлический эф-

фект (ЭГЭ) приводит к быстрому выделению энергии в канале разряда. В результате давление в канале разряда значительно превышает внешнее, канал быстро расширяется, что приводит к возникновению ударной волны. Она представляет собой скачок плотности среды, распространяющейся от канала со скоростью, превышающей звуковую. Давление на фронте ударной волны в жидкости может достигать сверхвысоких давлений (сотни атмосфер). Воздействие этого давления на КЦС вызывает структурную перестройку – разрыв крахмальных и деформацию целлюлозных клеток в производственном жидком заторе, что облегчает дальнейшее осахаривание и сбраживание.

Основным физическим фактором, определяющим влияние ЭГЭ на КЦС, является величина импульсного давления во фронте ударной волны, а также длительность его воздействия.

При определении величины этого давления используют различные подходы. Первые два основываются на анализе электрической схемы замещения ЭГ-разряда в жидкости [4, 5], которая для общей схемы ЭГ-установки (рис. 1) будет иметь вид, представленный на рисунке 2.

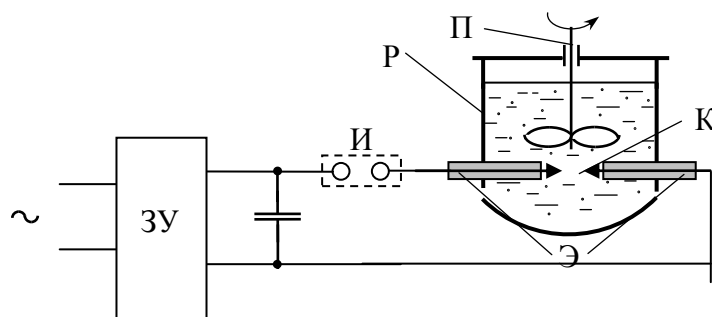


Рис. 1. Схема электрогидравлической установки:

ЗУ – зарядное устройство; С – конденсатор; ИП – искровой промежуток;

Р – технологический резервуар; ПУ – перемешивающее устройство;

К – разрядный канал; Э – электроды

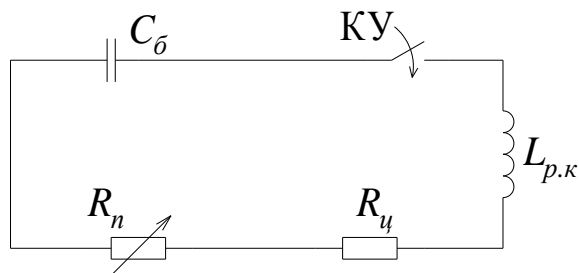


Рис. 2. Электрическая схема замещения разрядного контура

Схему замещения разрядного контура можно считать цепью с сосредоточенными линейными параметрами:

$$L_{p.к} \frac{dI}{dt} + R_{p.к} I + \frac{q}{C} = 0, \quad (1)$$

где  $L_{p.к}$  – индуктивность разрядного контура и проводников цепи;

$R_{p.к}$  – сопротивление разрядного канала и цепей установки;

$I$  – разрядный ток;

$q$  – количество электричества, накопленного в конденсаторе;

$C$  – емкость конденсаторной батареи при разряде.

Характер разряда и ток, протекаемый в цепи, зависит от соотношения ее элементов прежде всего необходимо, чтобы  $R_{p.к} \geq 2\sqrt{L/C}$ . Тогда процесс разряда носит аperiодический характер, в котором почти вся энергия выделяется в начальный период колебания тока и при этом скорость

расширения разрядного канала, температура в нем, давление и скорость выделения энергии максимальны. Наблюдается резкий скачок гидродинамических параметров на фронте ударной волны, оказывающей разрушительное действие на частицы КЦС.

Так, в первом случае [4], принимая для расчета форму импульса выделения энергии треугольной (рис. 3), максимальное давление, развиваемое в канале разряда, определяют как

$$p = 0,7 \sqrt{\frac{\rho_w j_w}{\theta T}}, \quad (2)$$

где  $\rho_w$  – плотность воды;

$j_w$  – полная энергия на единицу длины искрового канала l;

$\theta, T$  – временные характеристики кривой выделения энергии.

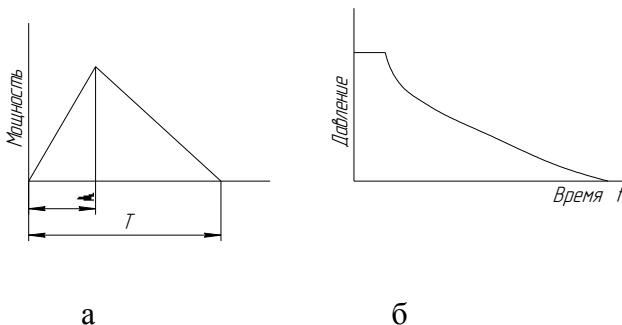


Рис. 3. Характер выделения мощности и давления

в канале искрового разряда: а – принятая для расчета кривая выделения мощности; б – расчетное давление в процессе разряда

Считая оптимальными значения  $\theta \approx 1,2\sqrt{LC}$  и  $T \approx 3\sqrt{LC}$ , получим амплитуду ударной волны

$$p \approx 82 \frac{U}{\sqrt{0,1Ll}}, \text{ МПа}, \quad (3)$$

где  $U$  – напряжение, кВ;

$L$  – индуктивность, мкГн;

$l$  – длина канала, м.

Во втором случае [5] также пренебрегают вязкостью и теплопроводностью жидкости, при этом давление ударной волны в определенной точке вокруг канала разряда определяется по формуле

$$P_t = \frac{\rho_0 C_0^2}{n} \left[ \left( \frac{\rho}{\rho_0} \right)^n - 1 \right] + P_0, \quad (4)$$

где  $P_t$  – давление ударной волны в момент времени  $t$  после прихода ее фронта в заданную точку жидкости;

$P_0$  – гидростатическое давление на глубине расположения канала разряда;

$\rho_0$  и  $C_0$  – плотность и скорость звука в невозмущенной жидкости;

$n = 7...8$  (для воды).

С учетом энергетических характеристик разрядного контура было получено полуэмпирическое соотношение для расчета давления на фронте ударной волны, отличной от формулы (3):

$$P_m = \frac{1,75}{\sqrt{R}} \left( \frac{W_\Sigma}{l} \right)^{0,625} (LC)^{-0,375}, \quad (5)$$

где  $W_\Sigma$  – полная энергия, выделившаяся в канале разряда.

Полная энергия  $W_\Sigma$  определяется по формуле

$$W_\Sigma = \frac{CU^2}{2} \eta_p, \quad (6)$$

где  $U_p$  – напряжение на канале разряда;

$\eta_p$  – электрический КПД.

Согласно [6], при одних и тех же параметрах ЭГ-установки увеличение межэлектродного промежутка приводит к большей скорости ввода энергии в разрядный промежуток, о чем свидетельствует приведенный рисунок 4. Также происходит переход от периодических колебаний тока в разрядной цепи к аperiodическим, при этом оптимальным считается режим на границе этого перехода.

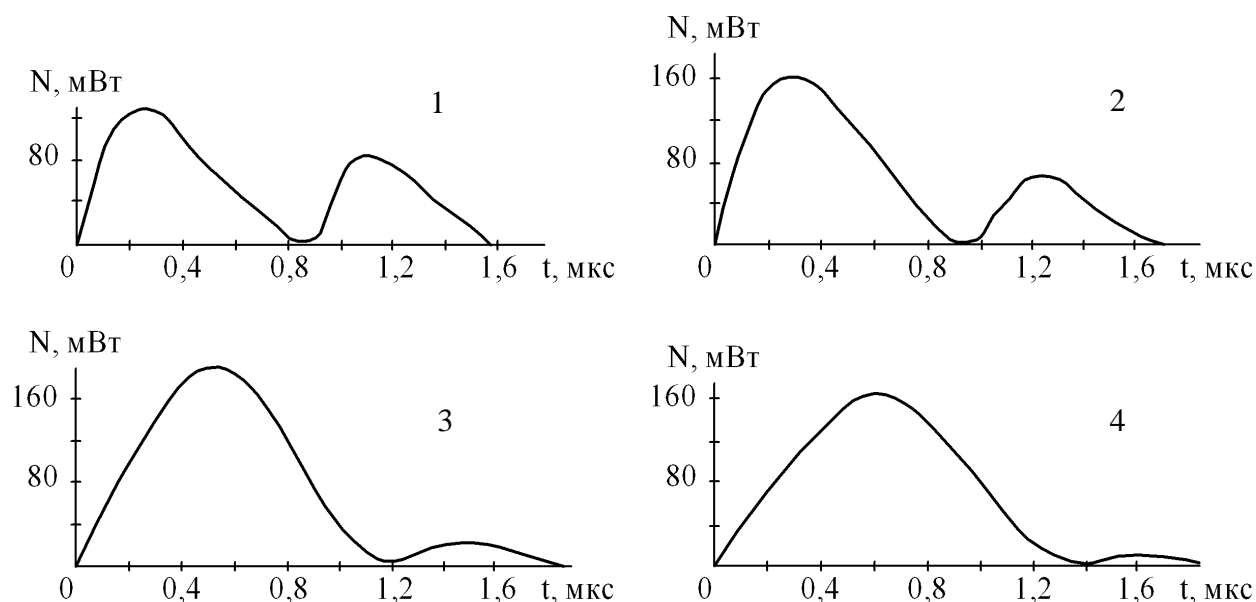


Рис. 4. Зависимость мощности ЭГ-разряда от времени при  $U=40$  кВ,  $C=0,15$  мкФ,  $L=0,4$  мкГн и  $l$  равном 0,02 (1), 0,04 (2), 0,06 (3) и 0,08 (4) м

Что касается влияния величины индуктивности  $L$ , присутствующей в формуле

(5), то использование малоиндуктивных схем приводит, так же как и увеличение

межэлектродного промежутка, к возрастанию скорости ввода энергии.

Таким образом, можно сделать следующие **выводы**:

1. Мощность ударной волны в значительной степени зависит от величины межэлектродного промежутка, т.к. при этом увеличивается скорость ввода энергии в канал, а значит, и амплитуда импульса давления, который играет основную роль в разрушении набухшей клетки, что значительно облегчает и ускоряет дальнейшее осахаривание перед брожением в этанол.

2. При выборе режимов ЭГ-обработки не учитываются физические параметры об-

рабатываемой жидкости, прежде всего – вязкость и электропроводность, которые для клейстеризованного крахмалистого замеса составляют до 50...52 Па·с и 0,1...0,4 Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup> соответственно, а также теплопроводность и т.д.

3. В расчетах следует учитывать непостоянство тех физических параметров, которые в процессе технологической обработки КЦС изменяются в широких пределах и оказывают значительное влияние на мощность ударной волны при ЭГ-обработке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Яровенко В.Л. Технология спирта / В.Л. Яровенко, В.А. Маринченко, В.А. Смирнов и др.: под ред. В.Л. Яровенко. – М.: Колос, 1996. – 464 с.
2. Пат. 2 265 663 (RU). Способ производства этилового спирта. Опубликовано: 10.12.2005. Бюл. № 34.
3. Пат. 2 229 519 (RU). Способ производства спирта из крахмалистого сырья. Опубликовано: 27.05.2004. Бюл. № 15.
4. Попилов Л.Я. Справочник по электрическим и ультразвуковым методам обработки материалов / Л.Я. Попилов. – Л.: Машиностроение, 1971.
5. Шамарин Ю.Е. Электрогидравлический эффект в технологических процессах // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1975. № 6. С. 26–27.
6. Кривицкий Е.В. Динамика электровзрыва в жидкости / Е.В. Кривицкий. – Киев: Наук. думка, 1986. – 208 с.

УДК 631.544.4:628.938

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ИССЛЕДУЕМОЙ ОБЛУЧАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

© 2009 г. ассистент *Е.П. Ключка*

Азово-Черноморская государственная  
агроинженерная академия, г. Зерноград

Azov-Blacksea State Agroengineering  
Academy, Zernograd

В статье затронута тема поиска путей энергосберегающих технологий. В движущей облучательной установке, разработанной в АЧГАА, используется принцип переменного облучения. Объектом исследования является светотехническое оборудование и пространственное распределение светового потока для дополнительного облучения растений в теплицах с многоярусном расположением стеллажей. Реализация исследования позволит оптимизировать способы расположения растения по отношению к источнику облучения, скорости движения облучателей, параметры целесообразности применения нового технического приема.