

ISSN 2227-2038 (print)
ISSN 2227-2057 (online)

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Международная агроинженерия

научно-технический журнал



2015
выпуск 2



Тематическая направленность: техника и технологии сельскохозяйственного производства; процессы переработки сельскохозяйственной продукции; альтернативные источники энергии и топлива; использование информационных технологий в сельском хозяйстве; биоинженерия.

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Международная агроинженерия

научно-технический журнал

2015

Выпуск 2 (№14)

Алматы, 2015

Редколлегия

Главный редактор:

Кешиуов Сейтказы Асылсеитович, д-р техн. наук, проф.,
акад. АСХН РК (КазНИИМЭСХ)

Заместители главного редактора:

Астафьев Владимир Леонидович, д-р техн. наук, проф.,
акад. АСХН РК (Костанайский филиал КазНИИМЭСХ);
Калиаскаров Марат Калиаскарович, д-р техн. наук,
член-корр. акад. АСХН РК (КазНИИМЭСХ)

Ответственный секретарь: **Алдабергенов Марат Карлович**,
к.т.н. (КазНИИМЭСХ)

Члены: **Доскалов Пламен** - Профессор, PhD University of Ruse Departament of futomatics & Mechatronics, (Bulgaria); **Havrland Bohumil** - prof. Ing Czech University of lifesciences Prague (CzechRepublic); **Раджеи Кавассери** - ассоциированный профессор, доктор PhD Государственный университет Северной Дакоты, (США); **Andrzej Chochowski** - prof.drhab.ing Варшавский университет естественных наук (SGGW); **Буторин В.А.**, д-р техн. наук, проф. Челябинский государственный аграрный университет (Россия); **Жалнин Э.В.**, д-р техн. наук, проф. Всероссийский ин-т механизации сельского хозяйства (Россия); **Некрасов А.И.**, д-р техн. наук, проф. Всероссийский ин-т электрификации сельского хозяйства (Россия); **Немцев А.Е.**, д-р техн. наук, проф. Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Россия); **Байметов Р.И.**, д-р техн. наук, проф. Узбекский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Узбекистан); **Раджабов А.Р.** д-р техн. наук, проф Ташкентский аграрный университет(Узбекистан); **Осмонов Ы.Дж.**, д-р техн. наук, проф. Кыргызский национальный аграрный ун-т им. К.И. Скрябина (Кыргызстан); **Абилжанулы Т.**, д-р техн. наук, проф. (КазНИИМЭСХ); **Адуов М.А.**, д-р техн. наук, проф. Казахский агротехнический ун-т им. С.Сейфуллина; **Алдибеков И.Т.**, д-р техн. наук Казахский национальный аграрный ун-т; **Голиков В.А.**, д-р техн. наук, проф., акад. НАН РК (КазНИИМЭСХ); **Грибановский А.П.**, д-р техн.наук, проф., акад. НАН РК (КазНИИМЭСХ); **Дерепаскин А.И.**, д-р техн.наук (Костанайский филиал КазНИИМЭСХ); **Жортуылов О.Ж.**, д-р техн. наук, проф. (КазНИИМЭСХ); **Жунисбеков П.Ж.**, д-р техн. наук, проф. (Казахский национальный аграрный ун-т); **Омаров Р.А.**, д-р техн. наук (КазНИИМЭСХ); **Козак А.И.**, к.т.н. (Аккольский филиал КазНИИМЭСХ); **Нукешев С.О.**, д-р техн. наук, проф. (Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина);

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Джамбурушин А.Ш., Есполов Т.И., Калиаскаров М.К., Сагындиқова А.Ж., Атыханов А.К., Абдильдин Н.К.</i> Механика движения зерна по геликоиду с переменным шагом в сушильной установке.....	4
<i>Васильев А.Н., Будников Д.А., Васильев А.А., Оспанов А.Б., Карманов Д.К.</i> Критерии оптимального управления сушкой зерна	12
<i>Барков В.И., Чевган Н.В.</i> Исследование автоматизированной биогазовой установки для фермерских хозяйств	17
<i>Хамидов Х.Х., Пулатов А.С., Алдабергенов М.К.</i> Экспериментальные исследования термопрореживателя всходов хлопчатника в Узбекистане.....	25
<i>Жаңбырбаев А.Б., Мустакаев М.Р., Тұрмағамбетова Ф.Р.</i> К вопросам создания мобильного программного приложения для автоматизации расчета состава рационов кормления овец	32
<i>Голиков В.А., Усманов А.С., Артамонов В.Н.</i> К выбору типоразмеров тракторов и комбайнов в зависимости от величины обрабатываемой площади.....	36
<i>Полищук Ю.В., Комаров А.П.</i> Обоснование расстояния между плоско-режущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана.....	44
<i>Жаңбырбаев А.Б., Найдено Е.В., Аубакиров А.Е.</i> К разработке программного инструментария для построения информационно-поисковых баз	52
<i>Семибаламут А.В., Бирюков Н.М., Шипотыко В.Н.</i> Результаты работы экспериментального образца машины для предварительной очистки зернового вороха в производственных условиях.....	57
<i>Әлібек Н.Б., Джобалаева Г., Сағымбаева Ә.Қ.</i> Ыстық сумен қамтамасыз ету үшін қолданылатын күн коллекторларының энергетикалық тиімділігін жоғарылату.....	63
<i>Барков В.И., Калиаскаров М., Әмірсейіт С.Қ.</i> Разработка комбинированной, многоуровневой мешалки для гелиобиогазовой установки.....	72
<i>Матаев Ә.М., Абдурахманов А.А.</i> Құсханаларда ауаны тазартатын құрылғы	82
Требования к научным статьям, размещаемым в журнале «Международная агроинженерия».....	86

УДК 631.362.6

*Джамбурушин А.Ш., Есполов Т.И., Калиаскаров М.К.,
Сагындикова А.Ж., Атыханов А.К., Абдильдин Н.К.,
Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы*

МЕХАНИКА ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНА ПО ГЕЛИКОИДУ С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ В СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

В статье излагается теория движения зерна по геликоидному винту, являющемуся основным рабочим органом аппарата индукционной высокочастотной сушки зерна.

Ключевые слова: Сушка зерна, высокочастотная индукционная сушка, неподвижная винтовая поверхность, коэффициент трения, влажности зерна, скорость движения зерна

Казахстан является одним из значимых производителей твердой и сильной пшеницы. Сейчас урожай зерна в Казахстане достигает 20 млн.тонн, а в лучшие годы собирали до 34 млн.тонн. Значительная часть этого зерна экспортируется в разные страны мира [1]. Учитывая, что основные зернопроизводящие регионы находятся в северной части республики уборка сопряжена с такой проблемой как выпадение дождей и зерно убирается с повышенной влажностью, доходящей до 20%.

При обмолоте влажных хлебов обычно в конце августа или в начале сентября, влажность соломы превышает влажность зерна на 10-20%, а при уборке риса разность влажности зерна и стеблей бывает даже трехкратная (рисунок 1).

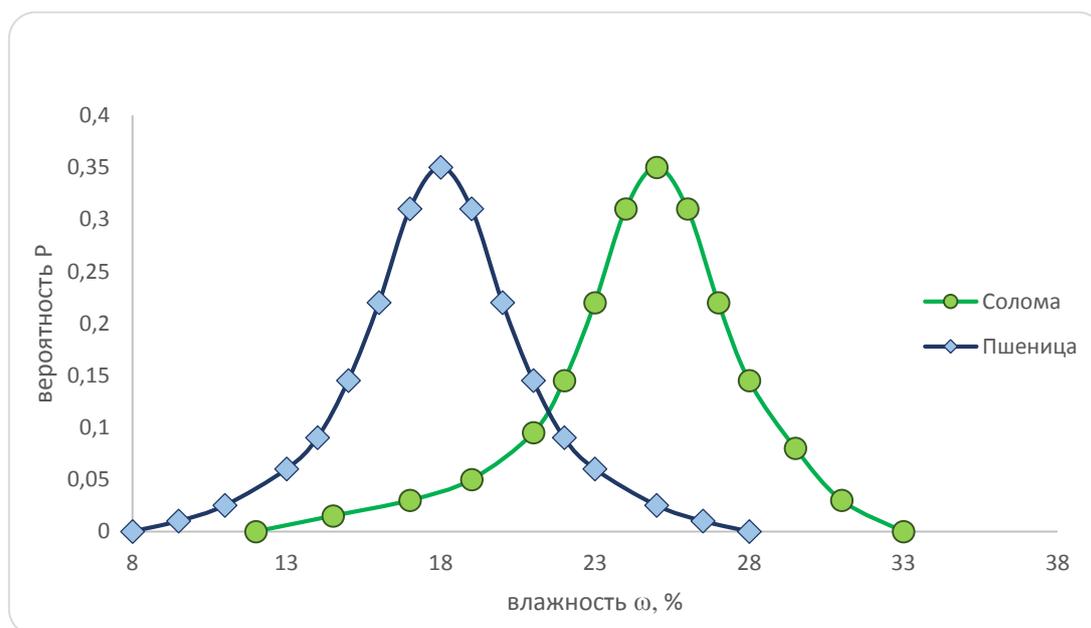
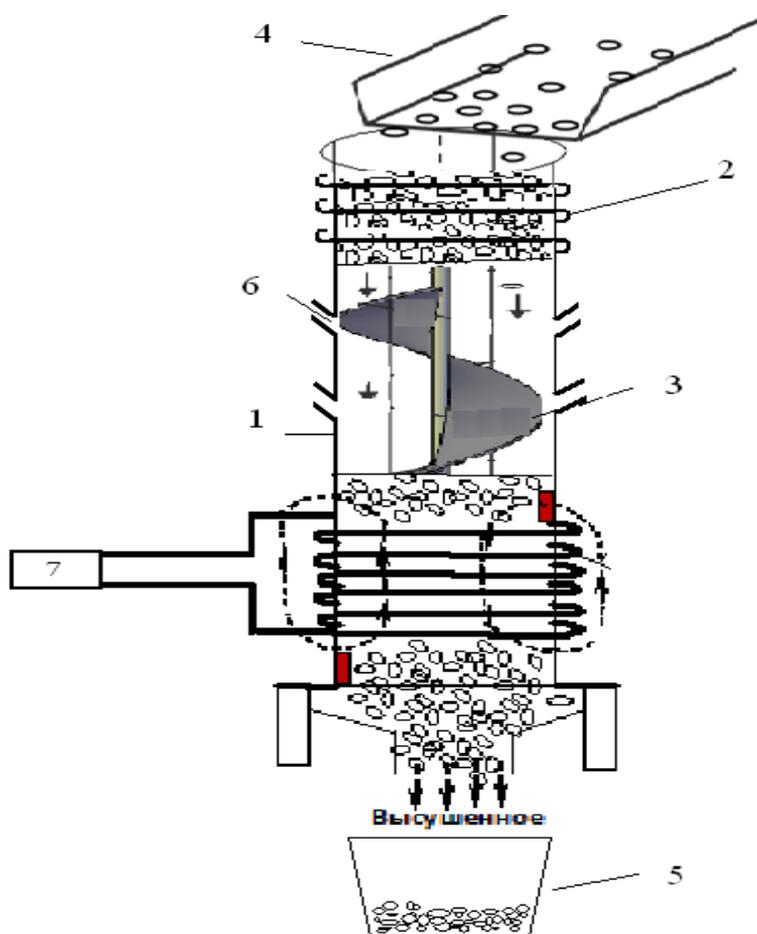


Рисунок 1 – Зависимость влажности зерна и соломы

В этой связи, зерно, убираемое в северном Казахстане, или рис в Кызыл-Ординской области для сохранности необходимо сушить.

Нами предлагается высокочастотная индукционная сушка, имеющая такие преимущества перед традиционными, как направленность основной энергии не на нагрев материала зерна, а целенаправленно во внутреннюю влагу, находящуюся в зерне, что обусловлено различной диэлектрической проницаемостью двух сред – влаги и материалов самого зерна. Благодаря этому к.п.д. такой сушильной камеры превышает традиционные, а кроме того не наносятся термические травмы эндосперме зерна [2].

Технологическая схема такой зерносушилки показана на рисунке 2. Она содержит высокочастотный генератор, возбуждающую обмотку, которая огибает цилиндр, выполненный из диэлектрика.



1 – цилиндрический кожух, 2 – электрическая обмотка, 3 – транспортирующая винтовая поверхность, 4 – загрузный лоток, 5 – выгрузный лоток, 6 – воздухоотвод

Рисунок 2 – Технологическая схема зерносушилки

Внутри этого цилиндра находится неподвижная винтовая поверхность (3), на которую с верхней части засыпается зерно из бункера. За счет гравитационных сил зерно движется вниз по винтовой поверхности. Здесь

имеется одна особенность – винтовая поверхность должна иметь переменный шаг, уменьшающийся от верхней части к нижней. Это вызвано тем, что по мере высушивания зерна снижается коэффициент трения зерна по материалу винтовой поверхности. Вообще коэффициент трения зерна по материалу вначале возрастает с увеличением влажности, т.к. присутствует эффект адгезии. Затем при достижении определенной влажности начинается снижаться, т.к. влага образует смазывающую пленку между зерном и материалом поверхности (рисунок 3), при дальнейшем возрастании влажности такая смешанная среда, зерно и влага переходит в квазижидкое состояние и коэффициент трения резко падает.

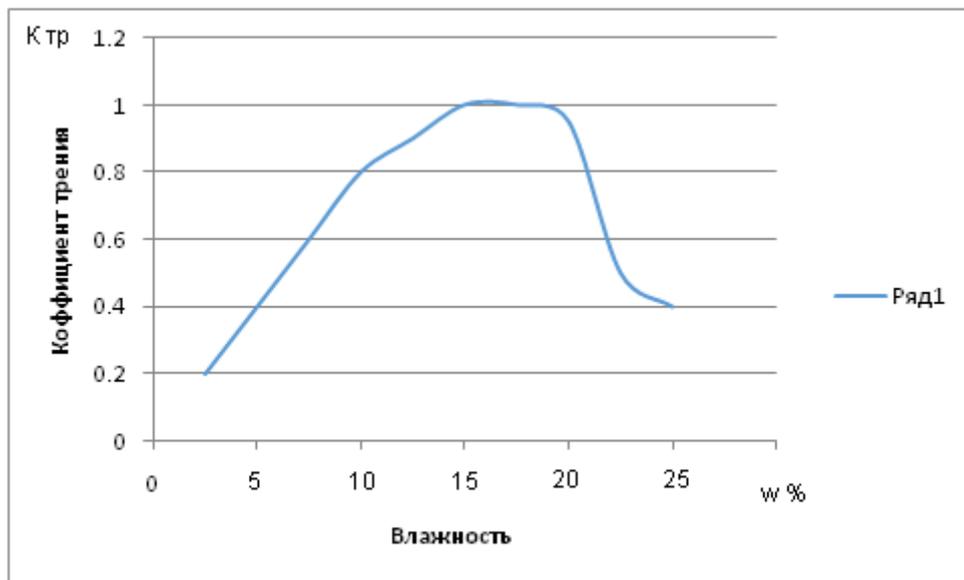


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента трения зерна от влажности

Мы видим из рисунка 3, что на участке реальной влажности зерна (5-25%), эта зависимость носит линейный характер и имеет следующий вид

$$K_{тр} = 0,010W + 0,331, \quad (1)$$

где $K_{тр}$ – коэффициент трения, W – влажность зерна.

Начальная скорость зерна при соприкосновении с винтовой поверхностью определяется из простейшего уравнения свободного падения

$$V_0 = \sqrt{2gh_0}, \quad (2)$$

где h_0 – расстояние от выходной части загрузочного бункера до горизонтальной плоскости сечения винтовой поверхности (рисунок 2).

В формуле 1 сопротивлением воздуха пренебрегаем, т.к. скорость истечения зерна мала.

Зерно, попав на винтовую поверхность, не должно сразу сползать вниз по этой поверхности, т.к. коэффициент трения $K_{P10} > L_{i0}$ больше угла подъема винтовой поверхности. Только лишь после нагрева влаги в зерне и ча-

стичного снижения влажности, коэффициент трения начнет снижаться и зерно движется вниз, но затем остановится, т.к. в этой части $K_{P10} > L_{i1}$ и т.д., до тех пор пока зерно не достигнет требуемой влажности [3].

При индивидуальной сушке влага в зерне нагревается и испаряется, за счет этого снижается влажность зерна в данный момент и пропорционально этому снижается коэффициент трения [4]. Когда коэффициент трения достигнет величины больше tg угла наклона геликоида, зерно снова начинает двигаться вниз и процесс повторяется.

Скорость движения зерна в вертикальной плоскости не должна быть очень малой (рисунок 4), т.к. в противном случае происходит перегрев зерна (из-за закипания воды в зерновке), но и не должна быть большой, рассмотрено в [5], авторы рекомендуют сушку ВЧ токами не более 2 минут (120 сек), в противном случае снизится всхожесть зерна. При этом сокращается время экспозиции магнитно-электрического поля на зерно, и оно выйдет недостаточно просушенным.

При таких условиях пространственным движением зерна, когда возникает центробежная сила, прижимающая зерно к стенке кожуха, можно пренебречь. Соответственно, пренебрегаем кориолисовым ускорением. Задача сводится к нахождению образующей винтовой поверхности, спроецированной на плоскости X-Y.

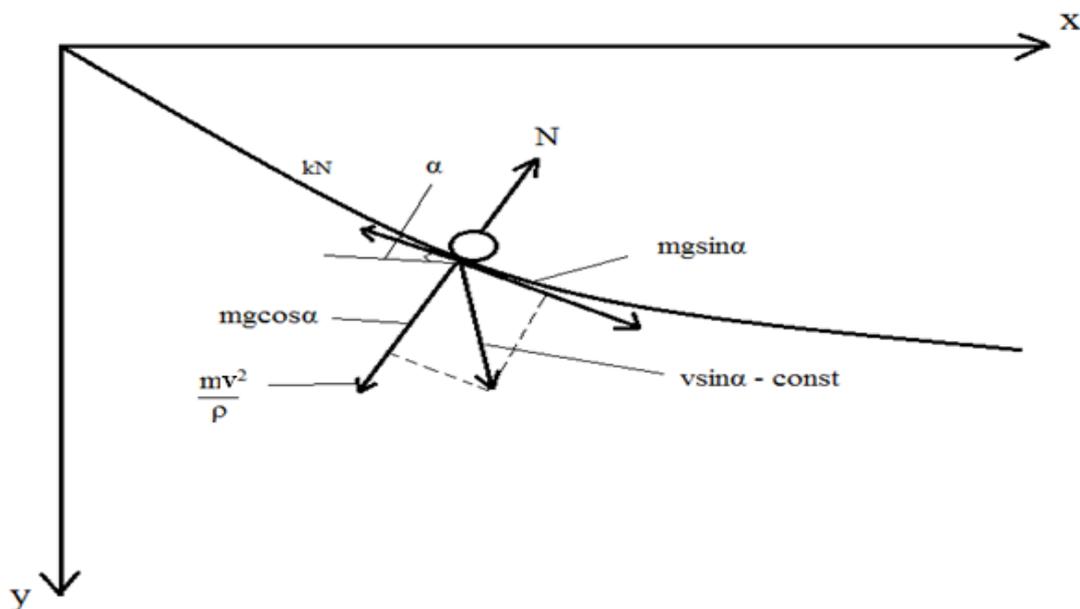


Рисунок 4 – Силы действующие на зерно, движущиеся по обмоткам винта

Задаемся условием постоянства скорости движения зерна по образующей винтовой линии, т.е.

$$V = V_0 = const, \quad (3)$$

где V_0 – начальная скорость зерна.

Требуется определить форму этой образующей.

Уравнение (2) примет вид:

$$m \frac{dV}{dt} = mgs \sin \alpha - kN = 0. \quad (4)$$

Подставляя уравнение (3) в (5), имеем:

$$mgs \sin \alpha - kmg \cos \alpha + km \frac{V_0^2}{\rho} = 0; \quad (5)$$

Учитывая, что

$$\sin \alpha = \frac{dy}{ds}; \quad \cos \alpha = \frac{dx}{ds}; \quad \rho = \frac{ds}{d\alpha}; \quad d\alpha = \frac{y'' dx}{1+y'^2},$$

то уравнение (5) изменит вид:

$$y(y'' - k) + kV_0^2 \frac{y''}{1+y'^2} = 0. \quad (6)$$

Таким образом получим дифференциальное уравнение 2-го порядка образующей винтовой поверхности, по которой зерно, высыхая, двигалось бы с постоянной скоростью.

$$y'' - \frac{g}{kV_0^2} (y' - k)(1 + y'^2) = 0; \quad (7)$$

Для решения этого уравнения введем подстановку

$$Y^1 = q \quad (8)$$

и уравнение (7) примет вид:

$$\frac{dq}{dx} = \frac{g}{kV_0^2} (q - k)(1 + q^2); \quad (9)$$

или

$$dx = \frac{kV_0^2 dq}{g(q-k)(1+q^2)}. \quad (10)$$

Интегрируя имеем:

$$\int dx = h_0 \int \frac{dq}{(1+q^2)(bq-1)}, \quad (11)$$

где $a = h_0 = \frac{V_0^2}{g}$ – расстояние от бункера с зерном до горловины сушилки;

$$b = \frac{1}{k}. \quad (12)$$

Для интегрирования (12) разложим дробь на два элемента:

$$\frac{1}{(1+q^2)(bq-1)} = \frac{Aq+B}{1+q^2} + \frac{C}{bq-1}. \quad (13)$$

Упрощая имеем:

$$Abq^2 - Aq + Bbq + C + Cq^2 = 1;$$

Приравнивая коэффициенты при равных степенях, приходим к выражениям:

$$A = \frac{-b}{1+b^2}; \quad B = -\frac{1}{1+b^2}; \quad C = \frac{b^2}{1+b^2}.$$

Подставив в уравнение (12) мы получим:

$$x = a \frac{-b}{1+b^2} \int \frac{q dq}{1+q^2} - \frac{a}{1+b^2} \int \frac{dq}{1+q^2} + \frac{ab^2}{1+b^2} \int \frac{dq}{bq-1} + C_1, \quad (14)$$

где C_1 – постоянная, определяемая из граничных условий (3).

Проинтегрировав уравнение (14) по частям:

$$x = \frac{ab}{1+b^2} \ln \frac{bq-1}{\sqrt{1+q^2}} - \frac{a}{1+b^2} \arctg q + C_1. \quad (15)$$

Постоянная C_1 определяется из наглядных условий при $x=0$; $q_0=y^1=V_0$;
Отсюда:

$$C_1 = \frac{a}{1+b^2} \arctg q_0 - \frac{ab}{1+b^2} \ln \frac{bq_0-1}{\sqrt{1+q_0^2}}$$

Уравнение (15) преобразуется в вид:

$$x = \frac{ab}{1+b^2} \ln \left[\frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{(bV_0-1)\sqrt{1+q^2}} \right] + \frac{a}{1+b^2} (\arctg V_0 - \arctg q). \quad (16)$$

Для определения второй декартовой координаты x , обратимся к выражению $\frac{dy}{dx} = q$, подставив значение x из (16), получим

$$dy = \frac{aqdq}{(1+q^2)(bq-1)}. \quad (17)$$

Разложив дробь на элементы, имеем:

$$dy = \frac{a}{1+b^2} \left(-\frac{q}{1+q^2} + \frac{b}{1+q^2} + \frac{b}{bq-1} \right) dq.$$

Проинтегрировав получим:

$$y = \frac{a}{1+b^2} \left(\ln \frac{bq-1}{\sqrt{1+q^2}} + b \arctg q \right) + C_2. \quad (18)$$

Постоянная C_2 определится из граничных условий при $q=q_0=V_0$ и $y=0$

$$C_2 = -\frac{a}{1+b^2} \left(\ln \frac{bV_0-1}{\sqrt{1+V_0^2}} + b \arctg V_0 \right)$$

И уравнение (18) примет вид

$$y = \frac{a}{1+b^2} \left[\ln \left(\frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{(bV_0-1)\sqrt{1+q^2}} \right) + b(\arctg q - \arctg V_0) \right]. \quad (19)$$

Для образующей винта более удобно рассматривать ее в полярных координатах

$$\rho = \sqrt{y^2 + x^2} = \sqrt{\left[\frac{a}{1+b^2} \ln \left[\frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{(bV_0-1)\sqrt{1+q^2}} + \frac{a}{a+b^2} \{ \arctg V_0 - \arctg q \} \right] \right]^2 + \left[\frac{a}{a+b^2} \left\{ \ln \left(\frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{\sqrt{1+q^2}(bV_0-1)} \right) + b(\arctg q - \arctg V_0) \right\} \right]^2} \quad (20)$$

Учитывая наше условие, что:

$$y^1 = 0.01w + 0.33 \quad (21)$$

а также, что

$$b = \frac{1}{0.01w + 0.33} \text{ and } a = h_0 = \frac{V_0^2}{g}, \quad (22)$$

мы получим окончательную зависимость, определяющую форму образующей винтовой поверхности в зависимости от влажности зерна и расстояния от бункера до горловины сушилки.

$$\sqrt{\left\{ \frac{ab}{1+b^2} \ln \left[\frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{(bV_0-1)\sqrt{1+q^2}} + \frac{a}{1+b^2} [\arctg V_0 - \arctg q] \right] \right\}^2 + \left\{ \frac{a}{1+b^2} \left[\ln \left[\frac{(bq-1)\sqrt{1+V_0^2}}{\sqrt{1+q^2}(bV_0-1)} \right] + b(\arctg q - \arctg V_0) \right] \right\}^2} \quad (23)$$

После упрощения приходим к окончательной функции, описывающей искомую образующую в полярных координатах

$$\rho = \frac{V_0^2}{g} \sqrt{\left(\frac{1}{1 + \left(\frac{1}{0.01W + 0.33} \right)^2} \right) \left[\ln \left(\frac{\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{0.01W + 0.33} - 1 \right) \sqrt{1 + V_0^2}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg} \alpha} \left(\frac{V_0}{0.01W + 0.33} - 1 \right)} \right)^2 \right] + (\arctg V_0 - \alpha)^2} \quad (24)$$

Для инженерной интерпретации уравнения 24, авторами просчитывалась эта функция на программе Excel и здесь наглядно видно каким образом изменяются угол наклона образующей геликоида и его полярный радиус в зависимости от влажности в данный момент при движении по геликоиду внутри излучателя СВЧ сушилки. По существу, мы видим, что этот винт имеет технологически осуществимые параметры как по углу винтовой линии, так и по полярному радиусу.

Таким образом, мы получили уравнение образующей геликоида с переменным шагом в зависимости от начальной скорости падающего зерна V_0 и влажности зерна W в каждый момент движения по кривой f

(ρ, α), где ρ и α изменяются в зависимости от коэффициента трения зерна как функции его влажности, рисунок 5.

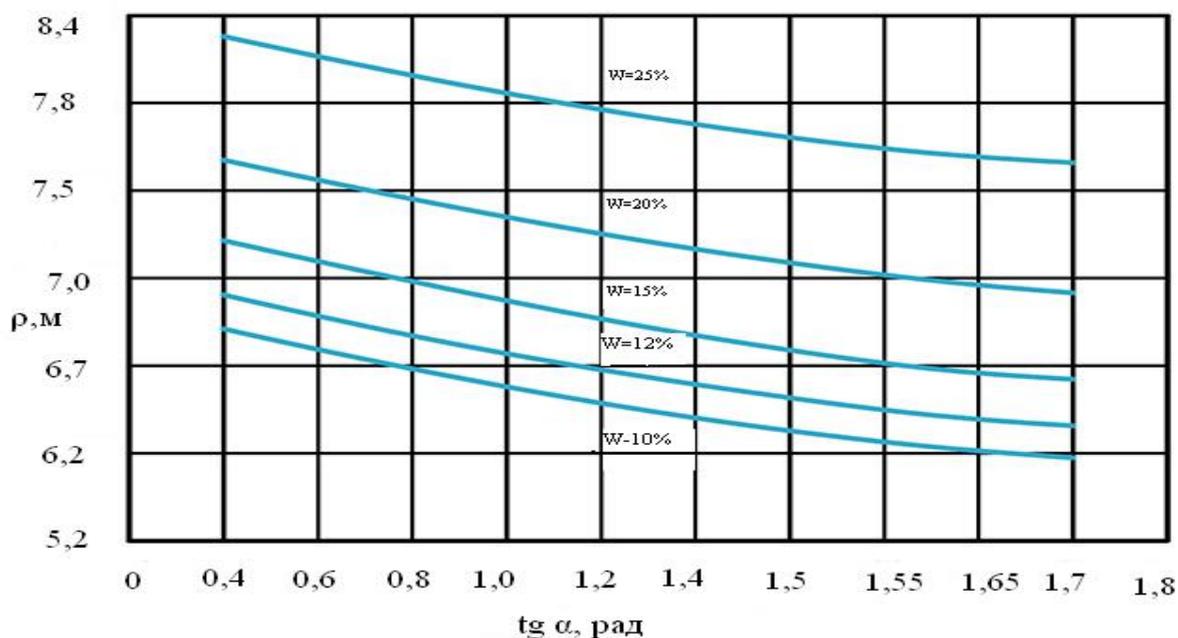


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента трения зерна

Таким образом, в данной статье впервые обосновано саморегулирующееся движение зерна по винтовой поверхности с переменным шагом при СВЧ сушки зерна.

Литература

1. Mohamed Hemisatal //Biosystems Engineering. – №112. – 2012. С.202-209. [Электронный ресурс]. URL: journalhomepage:www.elsevier.com/locate/issn/15375110).

*A.Sh. Dzhamburshin, T. I. Espolov, M. Kaliaskarov, A.Zh. Sagyndikova,
A.K. Atykhanov, N. K. Abdildin
Kazakh national agricultural university, Almaty*

MECHANICS OF THE MOVEMENT OF GRAIN ON THE HELICOID WITH THE VARIABLE STEP IN DRYING INSTALLATION

In article the theory of the movement of grain on the helikoidny screw which is the main working body of the device of induction high-frequency drying of grain is stated.

Keywords: Grain drying, high-frequency induction drying, motionless screw surface, coefficient of friction, humidity of grain, grain movement speed.

УДК 620:631.365.22

Васильев А.Н. д.т.н., профессор, **Будников Д.А.** к.т.н., **Васильев А.А.**,
(ФГБНУ ВИЭСХ), Москва; **Оспанов А.Б.** д.т.н., профессор (ЕТУ), Алматы;
Карманов Д.К. к.т.н., КазНИИМЭСХ, Алматы

КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СУШКОЙ ЗЕРНА

В статье излагаются два варианта поиска оптимального значения Q . В первом случае на основании прогноза изменения влажности и температуры атмосферного воздуха находят такую подачу вентилятора, которая остается постоянной на протяжении всего времени сушки, но обеспечивает минимальные энергозатраты. Во втором случае принимают, что параметры атмосферного воздуха остаются постоянными в течение определенного времени.

Сушка зерна является одним из энергоёмких процессов послеуборочной обработки. При этом стремление к снижению энергетических затрат на данный процесс приводит к увеличению времени, необходимого на сушку. Однако зачастую возникает ситуация, когда свежесобранное зерно поступает большими партиями и без немедленного проведения сушки часть урожая может потерять свои качества или прийти в негодность. Все вышесказанное позволяет судить не только о необходимости разработки энергосберегающих способов послеуборочной обработки, но и о разработке системы критериев, в соответствии с которыми должно работать оборудование, для обеспечения наиболее рациональной работы зерноперерабатывающего участка.

Принято, что оптимальное управление может вестись в соответствии с одним из двух критериев:

- максимальная скорость сушки (минимальное время сушки τ) при ограничениях на энергозатраты:

$$dW/d\tau = f(W_0, Q, W_p) \rightarrow \max, \text{ при } P \leq P_{\text{пред.}},$$

где $dW/d\tau$ – скорость сушки, %/ч.; Q – производительность вентилятора, м³/ч; P – энергозатраты на сушку; $P_{\text{пред.}}$ – предельные энергозатраты на сушку.

- минимальные энергозатраты при ограничении на время сушки:

$$P = f(W, Q, W_p) \rightarrow \min, \text{ при } \tau \leq \tau_{\text{пред.}},$$

где $\tau_{\text{пред.}}$ – время, в течение которого зерно с исходной влажностью не потеряет своих товарных и семенных качеств, ч.

Для реализации оптимального управления необходимо иметь: регулируемый электропривод вентилятора калорифера; математическую модель тепло-влагообмена в зерновом слое, позволяющую рассчитывать измене-

ние параметров сушильного агента и зернового слоя; критериальное уравнение; граничные условия.

Математическая модель тепло-влагообмена в зерновом слое должна описывать происходящие в слое процессы при изменении входных параметров агента сушки (температуры и относительной влажности) и при изменении его скорости.

Для описания процессов тепло- и влагообмена в зерновом слое при активном вентилировании может быть использовано критериальное уравнение, полученное Анискиным В.И. [1]:

$$\frac{V \tau}{l} = 50 \cdot 10^{-5} \left(\frac{r(W_n - W_k)}{c_3(T_n - \theta_n)} \right)^{0,95} \left(\frac{T_n - T_m}{273 + T_n} \right)^{-1,9} \left(\frac{V d_{np}}{\nu} \right)^{0,31} \left(\frac{d_{np}}{l} \right)^{-0,07}, \quad (1)$$

где l – толщина зернового слоя, м; W_n – начальная влажность зерна, о.е.; W_k – конечная влажность зерна, о.е.; T_n – температура атмосферного воздуха, °С; T_m – температура воздуха, измеренная по мокрому термометру, °С; d_{np} – приведенный диаметр зерновки, м; r – теплота парообразования (скрытая теплота парообразования), Дж/кг; ν – кинематическая вязкость воздуха, м²/с; c_3 – удельная теплоемкость зерна, Дж/кг·°С.

Анискиным В.И. также установлено [1], что для меньшей погрешности при расчетах (при радиальном воздухораспределении) необходимо использовать эквивалентную скорость воздуха в зерновом слое $V_{э\kappa\beta} = 0,75 V_{cp}$. После решения уравнения (1) относительно времени τ сушки и подстановки в него $V_{э\kappa\beta}$ получили следующее выражение [1]:

$$\tau_B = 50 \cdot 10^{-5} V_{э\kappa\beta}^{-0,69} \left(\frac{r \Delta W}{c_3 \Delta \theta} \right)^{0,95} \left(\frac{T_c - T_m}{273 + T_c} \right)^{-1,9} \frac{d_{np}^{0,24} l^{1,07}}{\nu^{0,31}}, \quad (2)$$

которое позволяет рассчитывать время сушки в бункере активного вентилирования при заданных параметрах атмосферного воздуха и требуемом влагосъеме.

Общее энергопотребление $\Sigma \mathcal{E}$ на активное вентилирование складывается из энергии, потребляемой вентилятором \mathcal{E}_B , и энергии, потребляемой нагревательными элементами калорифера \mathcal{E}_K . При постоянных параметрах агента сушки (T , F и V) уравнение электропотребления процессом будет иметь следующий вид:

$$\Sigma \mathcal{E} = \mathcal{E}_B + \mathcal{E}_K = \frac{Q P}{3600 \cdot 1000 \eta} \tau_B + Q c_B \gamma_B (T_{вых} - T_{вх}) \tau_K, \quad (3)$$

где Q – производительность вентилятора, м³/ч; P – напор вентилятора (сопротивление зернового слоя), Па; η – КПД вентилятора, от. ед. τ_B – время работы вентилятора (время вентилирования зерна), ч; c_B – удельная теплоемкость воздуха, Дж/кг·°С; γ_B – плотность (удельный вес) атмосферного

воздуха, кг/м³; $T_{вых}$ – температура воздуха на выходе калорифера, °С; $T_{вх} = T_{атм}$ – температура воздуха на входе в калорифер (атмосферного воздуха), °С; τ_k – время работы калорифера, ч.

Сопротивление зернового слоя (при постоянной скорости воздуха по толщине слоя) определяется из выражения [2]:

$$P_{з.с.} = (a \cdot V + b \cdot V^2) \cdot l, \quad (4)$$

где V – скорость воздуха, проходящего через зерновой слой, м/с.

При радиальном воздухораспределении в уравнении (4) используют величину $V_{экв.}$; a , b – опытные коэффициенты, зависящие от культуры, влажности и плотности насыпи.

При расчёте энергозатрат удобнее оперировать величиной расхода агента сушки, а не его скоростью. Поэтому выражение для определения энергозатрат на привод вентилятора калорифера запишется как:

$$\Theta = \frac{Q(a2,7434 \cdot 10^{-5} Q + b7,5262 \cdot 10^{-10} Q^2)l}{3600 \cdot 1000 \eta} \tau_B. \quad (5)$$

В течение всего процесса сушки работает вентилятор калорифера, поэтому время вентилирования равно времени работы вентилятора. Следовательно, при подстановке уравнения (2) в уравнение (5) получим уравнение зависимости энергозатрат на сушку зерна при постоянных параметрах агента сушки, без учёта работы калорифера. Используя коэффициенты a и b для пшеницы запишем искомое уравнение:

$$\Theta = 8,333 \cdot 10^{-10} Q^{0,31} \left(\frac{r \Delta W}{c_3 \Delta \Theta} \right)^{0,95} \frac{(0,0064 Q + 1,089 \cdot 10^{-6} Q^2) l^{2,07} d_{np}^{0,24}}{\eta \left(\frac{T_c - T_m}{273 + T_c} \right)^{1,9} v^{0,31}}. \quad (6)$$

В качестве целевой функции \min энергозатрат будет выглядеть, как:

$$\Theta = 8,333 \cdot 10^{-10} Q^{0,31} \left(\frac{r \Delta W}{c_3 \Delta \Theta} \right)^{0,95} \frac{(0,0064 Q + 1,089 \cdot 10^{-6} Q^2) l^{2,07} d_{np}^{0,24}}{\eta \left(\frac{T_c - T_m}{273 + T_c} \right)^{1,9} v^{0,31}} \rightarrow \min.$$

В данной целевой функции в качестве управляющего параметра могут быть приняты две величины: Q – подача вентилятора, м³/с; $(T_c - T_m)$ – разность температур сухого и мокрого термометров, °С, характеризующая относительную влажность воздуха. Поскольку условились не учитывать в данной модели энергозатраты нагревательных элементов электрокалориферной установки, то в качестве управляемой величины принимаем подачу вентилятора. Это означает, что при постоянных параметрах атмосферного

воздуха и при заданном влагосъеме ΔW , должны таким образом управлять производительностью вентилятора, чтобы обеспечить минимум энергозатрат на сушку зерна активным вентилированием.

При определении граничных условий необходимо учитывать технические и технологические ограничения, которые существуют для данного оборудования и процесса. Так с учетом того, что мощность установленного электродвигателя вентилятора на бункерах БВ-40 составляет 7,5 кВт, граничные условия запишутся в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2,778 \cdot 10^{-7} Q (0,0064 Q + 1,089 \cdot 10^{-6} Q^2) l}{\eta} \leq 7,5; \\ 0,003 Q^{-0,69} \left(\frac{r \Delta W}{c_3 \Delta \theta} \right)^{0,95} \left(\frac{T_n - T_m}{273 + T_n} \right)^{-1,9} \frac{d_{np}^{0,24} l^{1,07}}{\nu^{0,31}} \leq \tau_{np}; \\ Q > 0. \end{array} \right.$$

где $r = 2500$, кДж/кг; $\nu = 14,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $d_{np} = 3,48 \cdot 10^{-3}$ (для пшеницы), м; $c_3 = 1,0 + 0,046 \cdot W_n$, кДж/кг·°С.

Второе уравнение в граничных условиях ограничивает общее время вентилирования сроком безопасного хранения зерна τ_{np} . Третье уравнение в граничных условиях означает, что для обеспечения минимума энергозатрат нельзя совсем выключать вентилятор.

Если ставится задача – обеспечить максимальную производительность установки с учетом технических ограничений по мощности двигателя вентилятора, тогда целевая функция имеет следующий вид:

$$\tau = 0,003 Q^{-0,69} \left(\frac{r \Delta W}{c_3 \Delta \theta} \right)^{0,95} \left(\frac{T_c - T_m}{273 + T_c} \right)^{-1,9} \frac{d_{np}^{0,24} l^{1,07}}{\nu^{0,31}} \rightarrow \min ,$$

при граничных условиях

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2,778 \cdot 10^{-7} Q (0,0064 Q + 1,089 \cdot 10^{-6} Q^2) l}{\eta} \leq 7,5; \\ Q > 0. \end{array} \right.$$

В качестве граничного условия может быть использовано и значение энергии, которое не должно быть превышено при сушке, $\mathcal{E} \leq \mathcal{E}_{np}$.

Возможны два варианта поиска оптимального значения Q . В первом случае на основании прогноза изменения влажности и температуры атмосферного воздуха находят такую подачу вентилятора, которая остается постоянной на протяжении всего времени сушки, но обеспечивает минимальные энергозатраты. Во втором случае принимают, что параметры атмосферного воздуха остаются постоянными в течение определенного времени (например, 3 часа). Для данных параметров воздуха рассчитывают оп-

тимальную подачу вентилятора, которая остается постоянной в продолжении указанного времени. По истечении данного времени оптимальную подачу находят для изменившихся параметров атмосферного воздуха. Процесс продолжается до тех пор, пока зерно не высохнет до требуемой влажности.

Для использования данных критериев в процессах с использованием дополнительных факторов воздействия, обеспечивающих снижение энергозатрат, модели необходимо доработать.

Литература

1. Анискин В.И. Теория и технология сушки и временной консервации зерна активным вентилированием /В.И. Анискин., В.А. Рыбарук. – М.: Колос, 1972. – 200 с.

2. Мельник Б.Е. Активное вентилирование зерна /Б.Е Мельник: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1986. – 159 с.

Vasilyev A.N. Dr.Sci.Tech., professor, Budnikov D. A. Cand.Tech.Sci.,

Vasilyev A.A. (FGBN VIESKH), Moscow

Ospanov A.B. Dr.Sci.Tech., professor (THIS), Almaty

D. K. pockets Cand.Tech.Sci. (КазНИИМЭСХ), Almaty

CRITERIA OF OPTIMUM CONTROL OF GRAIN DRYING

In article to be stated two options of search of optimum value Q. On the basis of the forecast of change of humidity and temperature of atmospheric air find such giving of the fan which remains to a constant throughout all time of drying in the first case, but provides the minimum energy consumption. In the second case accept that parameters of atmospheric air remain constants during certain time.

Keywords: Grain drying, giving of the fan, aeration, a heater, limit energy consumption on drying

УДК 628.336 (088.8)

**Барков В.И., д.т.н., Чевган Н.В., магистрант,
КазНИИМЭСХ, КазНАУ, г. Алматы**

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований работы биогазовой установки на лабораторном стенде и макетном образце в различных режимах нагрева реактора. Получены зависимости параметров установки от температуры, времени и режимов работы. Определены постоянная времени нагрева, установившаяся температура нагрева субстрата и расход тепловой энергии. На макетном образце получены значения суточного расхода тепловой энергии на нагрев биореактора, тепловой мощности гелиоколлекторов и тепловых потерь

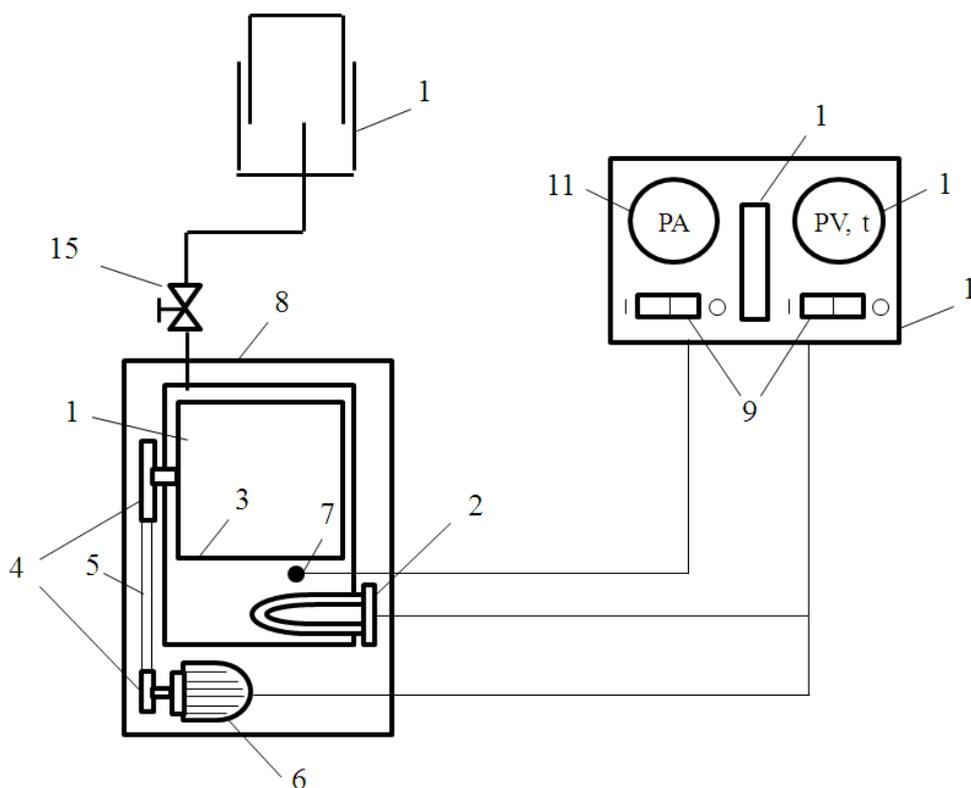
За последние десятилетия в мире получили развитие биогазовые технологии, позволяющие получать экологически чистые удобрения и биогаз. Всего в мире в настоящее время разрабатывается около 60 разновидностей технологий получения биогаза. Наиболее распространенный метод – анаэробное сбраживание в биогазовых установках. Установки включают основной элемент – реактор, кроме того имеется система подачи биомассы, устройства для перемешивания, подогрева, выгрузки переработанного продукта, емкости для хранения газа и его подготовки к использованию. Температура – один из важнейших факторов жизнедеятельности бактерий и как следствие выделение метана. Выделяют три основные температурные зоны жизнедеятельности метаногенных бактерий: психрофильная, мезофильная и термофильная.

Материалы и методы исследований

Методы исследований – инженерные расчеты, экспериментальные исследования на физической модели. Программой лабораторных исследований предусматривается:

- исследование зависимости температуры в биореакторе, на входе и выходе гелиоколлектора и степени нагрева теплоносителя от времени;
- определение продолжительности цикла работы биореактора;
- определение основных параметров процесса: удельного выхода биогаза, давления биогаза в газгольдере, расхода тепловой энергии на нагрев биореактора, тепловых потерь, температуры окружающей среды и влажности наружного воздуха;

Для проведения лабораторных исследований был разработан лабораторный стенд (рисунок 1). Стенд состоит из биореактора, газгольдера, U – образного манометра, психрометра, терморегулятора, термометра и реле времени.



- 1 – биореактор; 2 – ТЭН (трубчатый электронагреватель); 3 – мешалка; 4 – шкивы;
 5 – ременная передача; 6 – асинхронный электродвигатель привода мешалки;
 7 – термопара; 8 – корпус лабораторного биореактора; 9 – кнопки включения и
 выключения нагревателя и мешалки; 10 – мультиметр; 11 – токовые клещи;
 12 – психрометр; 13 – пульт управления лабораторным стендом;
 14 – плавающий газгольдер; 15 – газовый кран

Рисунок 1– Схема лабораторного стенда

Биореактор состоит из цилиндрического корпуса с горизонтальной осью вращения с приводом от однофазного асинхронного электродвигателя типа DPC-100-2/16, мощностью 180 Вт. Объем корпуса биореактора – 50 л. Режим перемешивания субстрата задавался с помощью суточного электронного реле времени. Выход биогаза фиксировался в плавающем газгольдере объемом 15л. Мощность ТЭНа регулировалась реостатом (0-50 Ом). Общий вид лабораторного стенда приведен на рисунке 2.

Измерение температуры субстрата производилось лабораторным термометром ТЛ-2, цифровым мультиметром DT 9208А с термопарой, давление биогаза определялось U-образным манометром, температура воздуха – психрометром МВ-4М. Заданная температура режима сбраживания субстрата поддерживалась автоматически с помощью терморегулятора типа ТУДЭ-М2.



Рисунок 2 – Общий вид лабораторного стенда для исследования режимов работы биогазовой установки

Результаты и их обсуждение

На рисунке 3 показана динамика нагрева субстрата в биореакторе при различной мощности ТЭНа.

Анализ экспериментальных данных показывает, что при мощности ТЭНа 1,46 кВт постоянная времени равна $T_1 = 111$ мин, установившаяся температура нагрева субстрата $t_{y1} = 95$ °С. При мощности ТЭНа 0,77 кВт постоянная времени равна $T_2 = 163$ мин, установившаяся температура нагрева субстрата $t_{y2} = 89$ °С. При мощности ТЭНа 0,37 кВт постоянная времени равна $T_3 = 282$ мин, установившаяся температура нагрева субстрата $t_{y3} = 69$ °С.

Расход электрической энергии в трех режимах при нагреве до заданной температуры в биореакторе 80°С составил, соответственно 2, 67; 2,87 и 2,66 кВт·ч. Время нагрева составляло, соответственно 1,83; 3,73 и 7,2 ч.

Таким образом, уравнение нагрева для I режима имеет вид:

$$t = t_n e^{-\tau/T} + t_y \left(1 - e^{-\tau/T}\right) = 10 e^{-\tau/111} + 95 \left(1 - e^{-\tau/111}\right). \quad (1)$$

Соответственно, для II режима:

$$t = t_n e^{-\tau/T} + t_y \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T}}\right) = 10e^{-\tau/163} + 89\left(1 - e^{-\tau/163}\right). \quad (2)$$

Для III режима:

$$t = t_n e^{-\tau/T} + t_y \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T}}\right) = 10e^{-\tau/282} + 69\left(1 - e^{-\tau/282}\right). \quad (3)$$

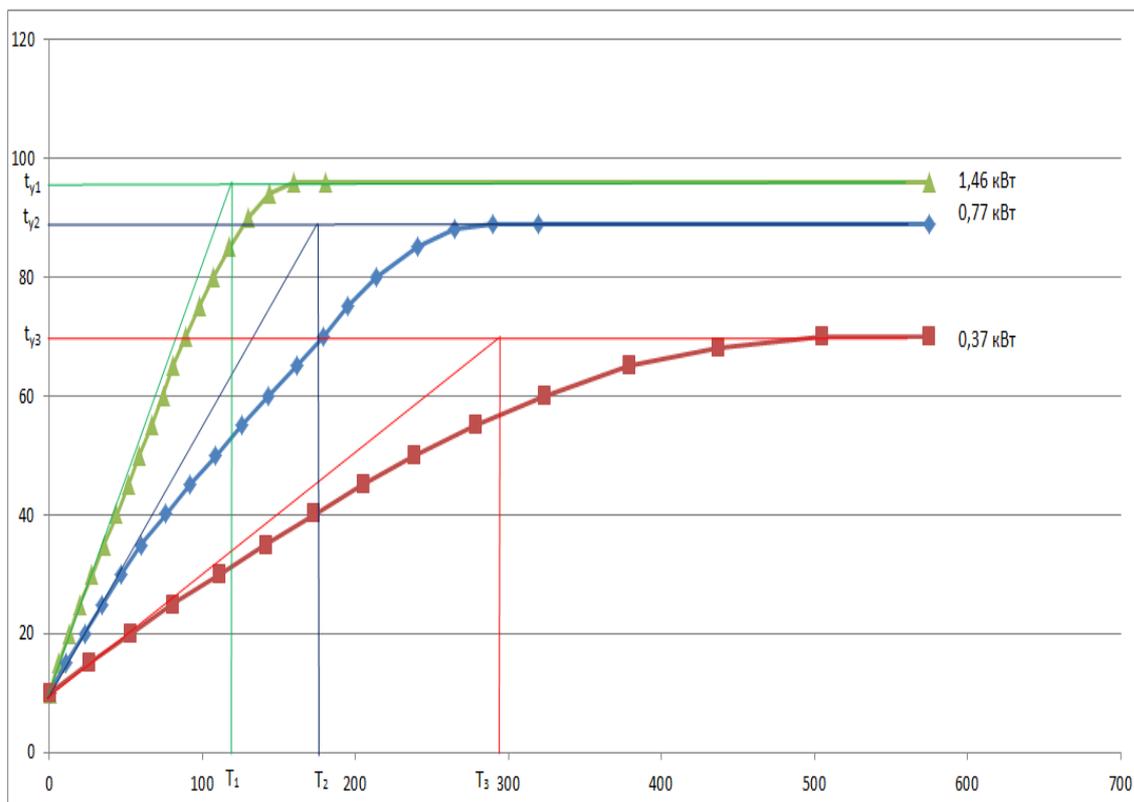


Рисунок 3 – Динамика нагрева субстрата в биореакторе при мощности ТЭНа 1,46; 0,77 и 0,37 кВт

Затем были проведены лабораторные испытания биогазовой установки БУ-0,5 с гелиоколлекторами.

Общий вид биогазовой установки БУ-0,5 показан на рисунке 4.

Результаты испытаний приведены на рисунке 5. Суточный расход тепловой энергии на нагрев биореактора определяется по формуле

$$P = \frac{(G_1 C_B + M_6 C_c)(t_k - t_n)}{\eta_{то}} = 48881 \text{кДж/сут}, \quad (4)$$

где G_1 , M_6 – массы нагреваемого субстрата и корпуса биореактора, кг; C_B , C_c – удельные теплоемкости воды и корпуса биореактора, кДж/кг·°C; t_n , t_k – начальная и конечная температуры нагреваемого субстрата.



Рисунок 4 – Общий вид биогазовой установки БУ-0,5

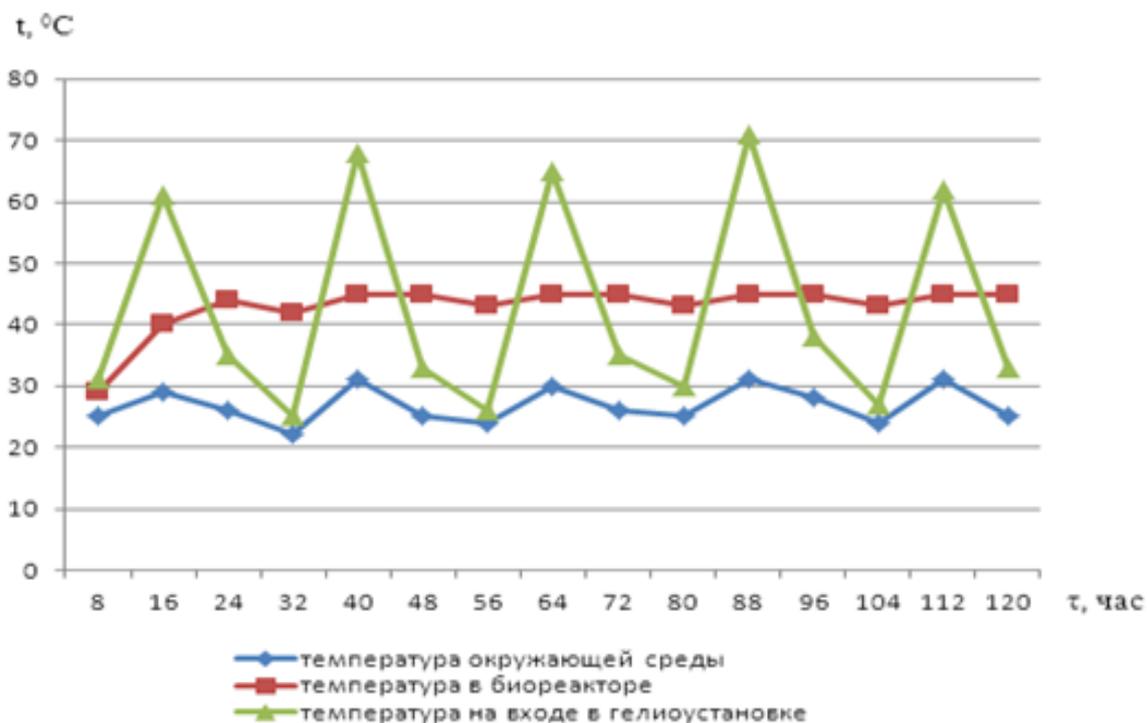


Рисунок 5 – Зависимости параметров биогазовой установки БУ-0,5 от времени

Средняя часовая теплопроизводительность гелиоколлекторов определяется

$$Q = \frac{(G_1 C_B + M_6 C_C)(t_K - t_H)}{\tau_{эф} \eta_{то}} = 8146 \text{кДж/ч}, \quad (5)$$

где τ - время эффективной работы гелиоколлекторов, ч.

Средняя величина тепловых потерь определяется по формуле

$$P_{\text{пот}} = (G_1 C_B + M_6 C_c)(t_n - t_k) = 2952 \text{ кДж/сут} \quad (6)$$

Анализ экспериментальных данных показывает, температура воды на входе и выходе гелиоколлекторов составляет, соответственно, $t_{\text{вх}} = 22 \dots 35^\circ\text{C}$, $t_{\text{вых}} = 33 \dots 71^\circ\text{C}$ в течение периода солнечного сияния, температура в биореакторе поддерживалась диапазоне $t_6 = 43 \dots 45^\circ\text{C}$, температура окружающей среды $t_{\text{окр}} = 22 \dots 31^\circ\text{C}$, влажность $\phi = 76 \dots 100\%$. Суточный расход тепловой энергии на нагрев биореактора составил 48881 кДж/сут, средняя теплопроизводительность гелиоколлекторов – 8146 кДж/сут, тепловая мощность гелиоколлекторов – 2,26 кВт, средняя величина тепловых потерь – 2952 кДж/сут.

Автоматизация работы биогазовой установки

Обслуживание биогазовой установки включает комплекс трудоемких операций на животноводческой ферме, которые нуждаются в применении средств автоматизации. Схема автоматического управления должна обеспечить управление работой электропривода мешалки, фекального и циркуляционного насосов и блоком ТЭНов.

На рисунке 6 показана схема автоматического управления МБУ-10, предусматривающая автоматический и ручной режимы работы.

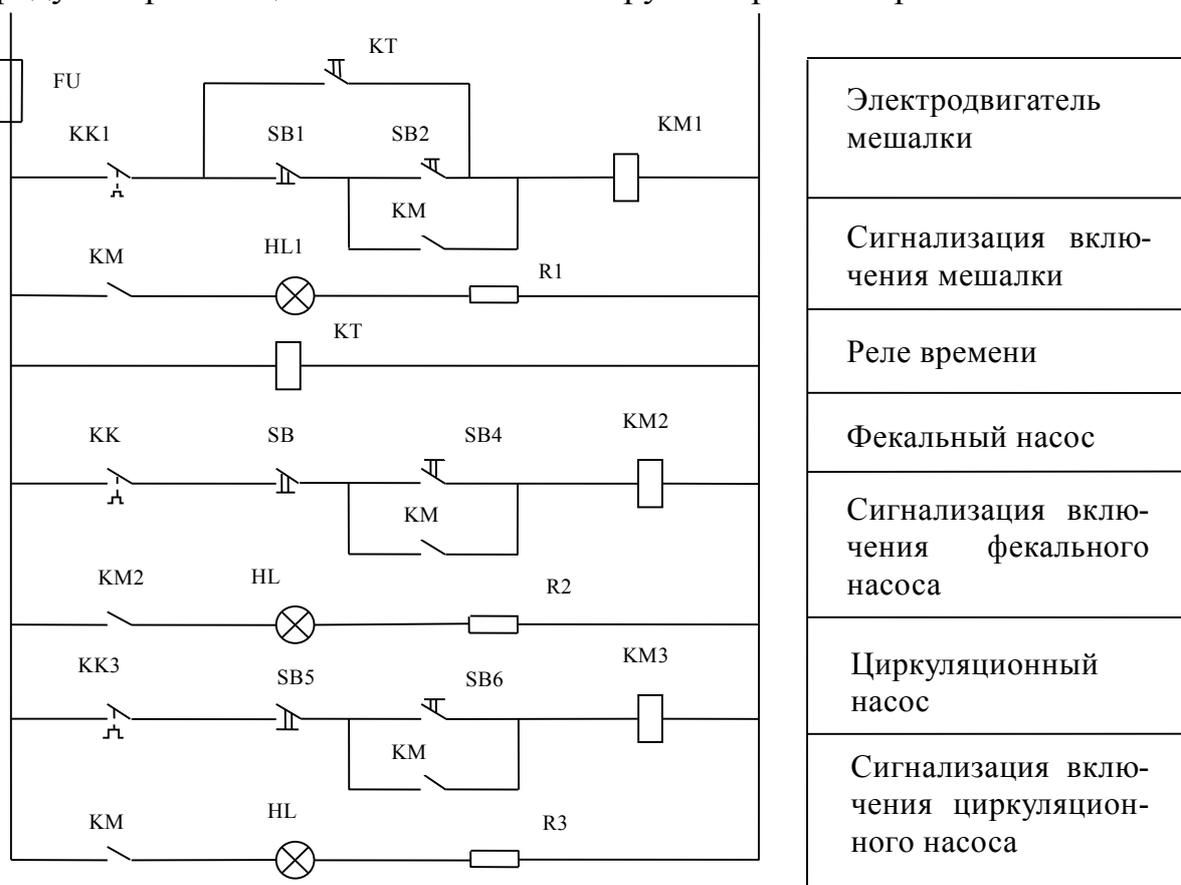


Рисунок 6 – Схема автоматического управления

Автоматический режим задают настройкой электронного реле времени КТ на периоды включения электропривода мешалки в течение суток согласно технологии. Контакт КТ реле времени подает питание на катушку КМ1 магнитного пускателя электродвигателя М1. Световая сигнализация включения мешалки срабатывает после замыкания контакта КМ1 магнитного пускателя КМ1.

В ручном режиме электродвигателем М1 мешалки управляют при помощи кнопочной станции SB1(стоп) и SB2 (пуск).

Фекальным насосом управляют с помощью кнопочной станции SB3(стоп), SB4 (пуск) и магнитного пускателя КМ2. Световая сигнализация включения фекального насоса срабатывает после замыкания контакта КМ2 магнитного пускателя КМ2.

Циркуляционным насосом управляют с помощью кнопочной станции SB5(стоп), SB6 (пуск) и магнитного пускателя КМ3. Световая сигнализация включения циркуляционного насоса срабатывает после замыкания контакта КМ3 магнитного пускателя КМ3.

Тепловая защита электродвигателей мешалки, фекального и циркуляционного насосов осуществляется, соответственно, тепловыми реле КК1, КК2 и КК3, контакты которых включены в цепи управления магнитных пускателей КМ1, КМ2 и КМ3.

Автоматизация работы биогазовой установки позволяет снизить затраты труда на технологическое обслуживание, повысить выход биогаза на 30...40% и эргономические показатели установки.

Проведены экспериментальные исследования биогазовой установки, изготовлен лабораторный стенд и макетный образец. В результате экспериментальных исследований на лабораторном стенде получены следующие данные: при мощности ТЭНа 1,46; 0,77 и 0,37 кВт постоянная времени нагрева равна, соответственно, 111; 163 и 282 мин, установившаяся температура нагрева субстрата – 95; 89 и 69°C. Испытания биогазовой установки БУ-0,5 показали, что суточный расход тепловой энергии на нагрев биореактора составляет 48881 кДж/сут, средняя теплопроизводительность гелиоколлекторов – 8146 кДж/сут, тепловая мощность гелиоколлекторов – 2,26 кВт, средняя величина тепловых потерь – 2952 кДж/сут.

Литература

1. Кешуов С.А., Алдибеков И.Т., Барков В.И. Ресурсосберегающие системы и установки для электротеплообеспечения в малом животноводстве. – Алматы : ТОО «Нур-Диас», 2012. – 320 с.
2. Кешуов С.А., Барков В.И., Токмолдаев А.Б. Применение биогазовых установок в животноводстве. – Алматы: Extrapress, 2012. –74 с.
3. Кудрявцев И.Ф., Карасенко В.А. Электрический нагрев и электро-технология. – М.: Колос, 1975. – 384 с.

*Barkov V. I., Dr.Sci.Tech., Chevgan N. V., undergraduate,
KazSRIMAE, Almaty*

RESEARCH OF THE AUTOMATED BIOGAS INSTALLATION FOR FARMS

In article results of pilot studies of work of biogas installation at the laboratory stand and a model sample in various modes of heating of the reactor are considered. Dependences of parameters of the unit on temperature, time and operating modes are received. The heating time constant, the established temperature of heating of a substratum and an expense of thermal energy are defined. On a model sample values of a daily expense of thermal energy on heating of the bioreactor, thermal power of helium collectors and thermal losses are received.

УДК 631.316.45

*Хамидов Х.Х., к.т.н. Министерство сельского и водного хозяйства
Республики Узбекистан, Пулатов А.С., к.т.н. Ташкентский институт
ирригации и мелиорации, Узбекистан, г. Ташкент,
Алдабергенов М.К., к.т.н. КазНИИМЭСХ г. Алматы*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОПРОРЕЖИВАТЕЛЯ ВСХОДОВ ХЛОПЧАТНИКА В УЗБЕКИСТАНЕ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по обоснованию оптимальных параметров устройства для прореживания всходов хлопчатника

В настоящее время, все больший интерес привлекают методы устойчивого и ресурсосберегающего ведения сельского хозяйства ввиду обострения экологических проблем и изменения отношения к химическим методам обработки посевов сельскохозяйственных культур.

Борьба с сорной растительностью и прореживание всходов растений являются одними из главных проблем при переходе на органическое, устойчивое и ресурсосберегающее земледелие. Термическая обработка растений может заменить отдельные виды химических и механических обработок растений в ближайшее время, как одна из наиболее перспективных, альтернативных, экологических технологий в растениеводстве [7, 9]. Такая технология является приемлемой при органическом и ресурсосберегающем сельском хозяйстве, так как является более надежной, чем органические гербициды, ручная прополка и механическое уничтожение растений, а также устраняет обеспокоенность в экологическом влиянии на почву, воду и качество продуктов питания [10]. С экономической точки зрения термические методы борьбы с сорняками дешевле, чем ручная прополка [9].

Наиболее часто используемые методы термической обработки растений являются огневые культиваторы. Наряду со многими положительными характеристиками они обладают рядом существенных недостатков как по безопасности их применения, так и по обеспечению пропаном или другими видами газов для осуществления огневой обработки растений в сельской местности.

В связи с этим в Ташкентском институте ирригации и мелиорации была разработана технологическая схема и конструкция термопрореживателя всходов хлопчатника, которая в качестве рабочего тела использует остаточные газы двигателя внутреннего сгорания трактора [1, 2, 4].

С учетом почвенно-климатических условий в регионах для выращивания сельскохозяйственных культур разрабатываются и рекомендуются

региональные технологические карты по их возделыванию, в том числе и для хлопчатника [5].

Технологические карты, например, в при Аралье отличаются от других регионов Республики Узбекистан включением трехкратного промывного полива, предназначенного для промывки солей, а также рядового посева с повышенной нормой высева опущенных семян для обеспечения требуемой всхожести семян. Кроме того, в них предусмотрены двух кратные прореживания всходов хлопчатника.

Прореживание всходов хлопчатника является одним из немеханизированных процессов в настоящее время, которое требует около 32 чел-час/га. Хотя и существуют механические прореживатели, созданные в отдельных хлопковых хозяйствах в индивидуальном порядке, но из-за своей конструкторско-технологической незавершенности они не получили широкого распространения в республике.

Разработанное устройство представлено на рисунке 1. К коллектору двигателя 1 с помощью трехходового крана 2, присоединены вертикальный 3 и горизонтальный 4 трубопроводы. Внутри горизонтальной части трубопровода 4 расположен распределительный механизм 5 с валом 6, на котором закреплена звездочка 7, которая посредством цепной передачи 8 связана со звездочками 9, 10 на валу 11 опорно-приводного колеса 12. Колесо 12 установлено на штанге грядиля культиватора.

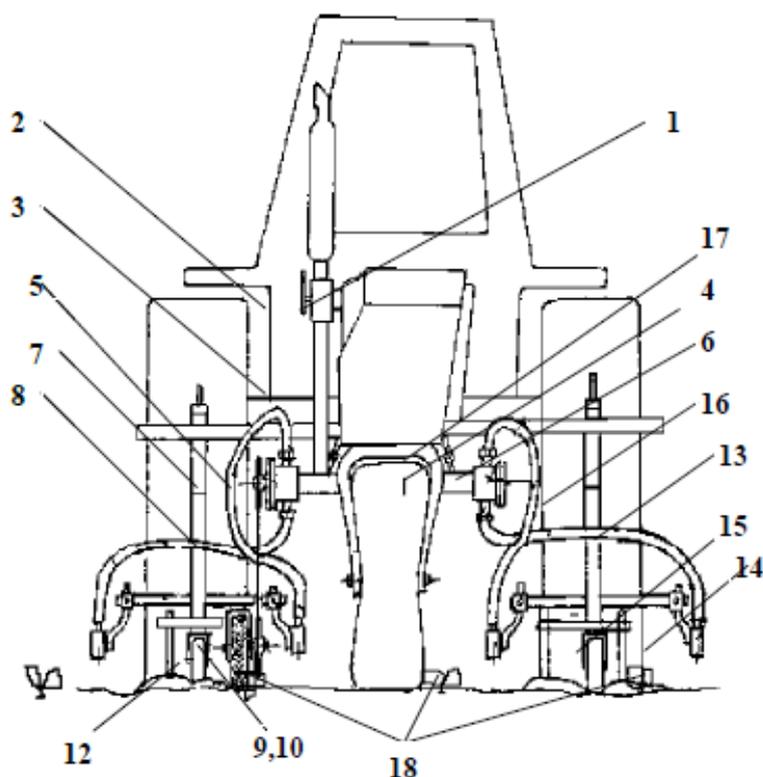
Распределительный механизм 5 и сопловые наконечники 14 связаны между собой гибкими трубопроводами. Таким образом, к растениям 18, с целью их прореживания и утилизации тепловой энергии, ОГ подается от коллектора по трубопроводам 3 и 4 через распределитель 5 и по гибким трубопроводам 13, по периодически к сопловым наконечникам 14.

При разработке конструкции данного прореживателя учтены достижения последних лет в области создания термических агрегатов и газогорелочных устройств, предназначенных для огневой обработки междурядий и прореживания всходов культурных растений, а также особенности повышения их энергетической и экологической эффективности.

В работе приведены результаты полевых экспериментальных исследований машинно-тракторного агрегата с термопрореживателем (культиватор с дополнительным устройством для термической обработки всходов хлопчатника), испытывались в полевых условиях на полях ширката "Шуманай" Шуманайского района, ширкатов "Ташкент" и "Ленинабад" Хожейлиского района в Каракалпакстане, а также на полях учебно-опытного хозяйства Ташкентского института ирригации и мелиорации Уртачирчикского района Ташкентской области Республики Узбекистан.

Для определения рациональных режимных параметров термопрореживателя всходов хлопчатника проведен многофакторный эксперимент по плану Бокса-Бенкина на трех уровнях. Входными параметрами являлись скорость передвижения агрегата X_1 , диаметр соплового наконечника X_2 ,

высота установки сопловых наконечников X_3 , Z_3 параметр оптимизации Y принято процентное соотношение уничтоженной части растений в зоне обработки.



1 – двигатель, 2 – трехходовой кран, 3 и 4 – вертикальный и горизонтальная части трубопроводов, 5 – распределительный механизм, 6 – вал, 7 – звездочки, 8 – цепная передача, 9 и 10 – звездочки, 12 – опорно-приводное колесо, 13 – гибкий трубопровод, 14 – сопловой наконечник, 15 – стойка, 16 – штанга, 17 – механизм натяжения, 18 – растения

Рисунок 1 – Принципиальная схема термопрореживателя по патенту (UZ) № 4967 [4]

После реализации матрицы по оптимальному плану Бокса-Бенкина и обработки результатов на ЭВМ, получено уравнение регрессии, адекватно описывающее процесс термопрореживания всходов хлопчатника

$$\bar{Y} = 65 - 7,25X_1 + 10,75X_2 - 6X_3 - 1,83X_1X_2 + 1X_1X_2 - 3,83X_2X_3 - 3,83X_1^2 - 8,67X_2^2 - 10X_3^2$$

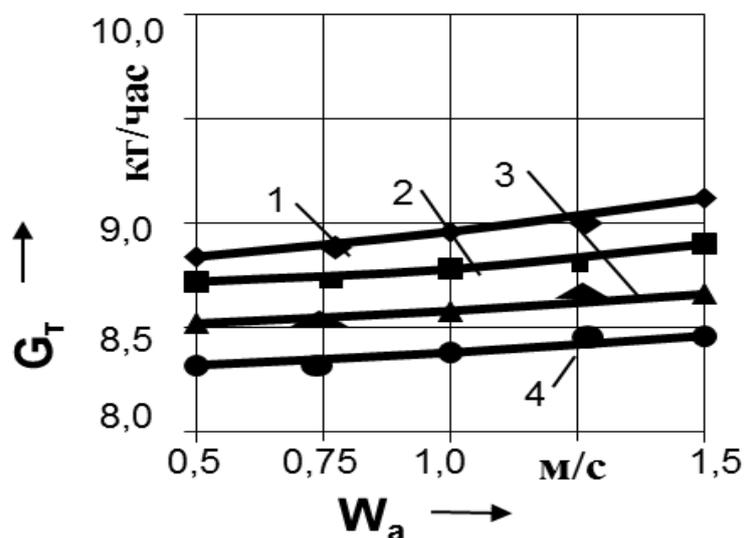
В результате решения уравнения регрессии выявлены оптимальные параметры термопрореживателя, при котором максимальный процент уничтожения растений в обрабатываемой зоне составил 75,6% при скорости движения машинно-тракторного агрегата 1,05 м/с, диаметре соплового наконечника 20 мм и высоте установки сопловых наконечников 15 см. Полученные данные послужили основой для проведения лабораторно-полевых исследований и созданию опытного образца термопрореживателя [6].

Условия проведения оценки устройства для термопрореживания всходов хлопчатника определялись согласно: РД 10.4.3 - 89 «Программы и методы испытания машины и орудия обработки пропашных культур. Культиваторы». Показатели работы термопрореживателя определялись согласно ГОСТ 24057-80 «Сельскохозяйственная техника. Методы эксплуатационно-технической оценки машин на этапе испытаний».

При полевых испытаниях дополнительно произведены замеры расхода топлива G_T при различных диаметрах соплового наконечника и рабочих скоростях агрегата W_a . Прореживания проведены с помощью агрегата, состоящего из трактора Т28Х4МА и культиватора КХУ-4 с устройством для термической обработки всходов хлопчатника на первой культивации. Сравнение показателей осуществлялось с контрольным агрегатом, при таких же технологических условиях [3].

Опыты были проведены на трех скоростных режимах, на II и III передачах трактора (0,59, 1,05 и 1,51 м/с). Поток нагретых выхлопных газов ДВС направляется на два сопловых наконечника, с диаметрами на выходе (16, 18, 20 мм) и высотой установки (10, 15, 20 мм). Замеры расхода топлива производились при работе агрегатов в трехкратной повторности.

На рисунке 2 приведены графические зависимости расхода топлива при термопрореживании всходов хлопчатника, при различной высоте установки и рабочих скоростях G_T от изменений диаметра сопла d , $G_T = f(d)$, а также приведен расход топлива контрольного агрегата.

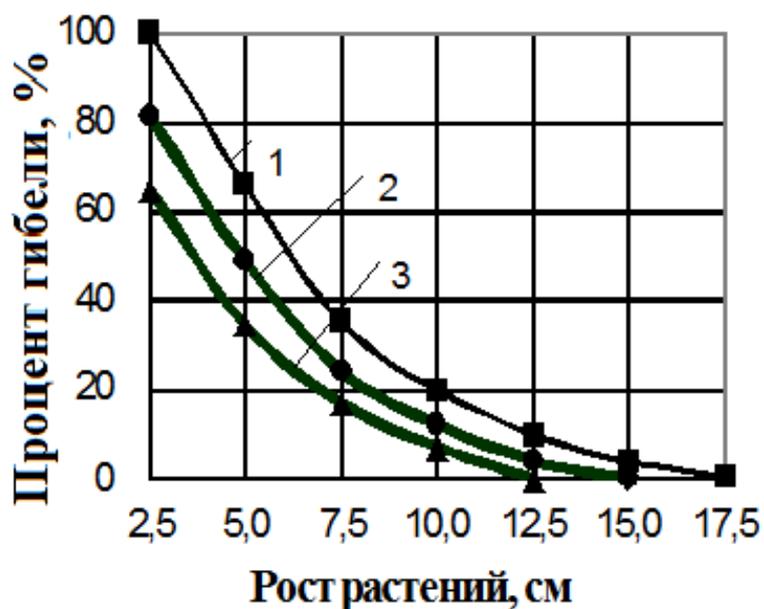


1- при $d = 16$ мм, 2 - при $d = 18$ мм, 3 - при $d = 20$ мм, 4 – контроль

Рисунок 2 – Изменение расхода топлива в зависимости от скорости агрегата при $h=15$ см

Из графика видно, что при работе термопрореживателя самым близким по расходу топлива, при незначительном увеличении на 1,5%, по от-

ношению к контрольному агрегату являлся режим работы при $d = 20$ мм и высоте установки сопла $h = 15$ см. Результаты предварительно проведенных лабораторных [8], полевых опытов по испытанию термопрореживателя показали снижение расхода топлива, по сравнению с механическим, на 40...45% с одновременным увеличением степени механизации технологического процесса в 2 раза и производительности до 1,4 га/ч при одновременном термопрореживании при первой культивации междурядий хлопчатника.



1 - $h = 10$ см, 2 - $h = 15$ см, 3 - $h = 20$ см

Рисунок 3 – Изменение процента гибели растений в зависимости от роста при высоте h установки сопла

Исследования влияния роста растений на их гибель при термической обработке (рисунок 3) показали, что при высоте установки сопла 15 см и высоте растений 2,5 см уничтожение растений достигает 80%, при повышении высоты растений более 7,5 см их уничтожение резко снижается.

Агротехническая оценка при полевых испытаниях устройства для термопрореживания всходов хлопчатника в четырехрядном исполнении была проведена на посевах хлопчатника рядовым способом опущенными семенами с междурядьем 90 см, в сравнении с механическим прореживателем, конструкции ОПБ БМКБ Агромаш, и ручным прореживанием на полях учебно-опытного хозяйства ТИИМ Уртачирчикского района Ташкентской области Республики Узбекистан [3].

Прореживание проведено в процессе первой культивации междурядий, с помощью агрегата, включавшего трактор Т28Х4МА, культиватор КХУ-4 с устройством для термической обработки всходов хлопчатника.

Опыты были проведены на трех скоростных режимах, на II и III передачах трактора (0,59, 1,05 и 1,56 м/с). С одновременным распределением потока нагретых газов на два сопловых наконечника с диаметром на выходе 16, 18, 20 мм и высотой установки 10, 15, 20 мм.

По среднему количеству растений в гнезде, расхождение результатов получилось из-за отличий механизма образования гнезд. Появление гнезд с растениями более 4 шт. у термопрореживателя по сравнению 2 шт. у механического прореживателя можно объяснить наличием буксования опорно-приводного колеса.

По количеству повреждений растений в гнезде термопрореживатель имеет значительное преимущество перед механическим. Так, например, у термопрореживателя полностью отсутствовало повреждение корневой системы, тогда как у механического этот показатель составил 8,5%, количество целых растений в гнезде 96,1% против 86,7%, повреждение стеблей и листьев 3,9% против 4,8%, количество срезанных растений в междугнездиях 48% против 30,7%, соответственно.

Средний интервал шага рабочего органа у термопрореживателя составил 10 см, тогда как у механического 18,5 см. Стабильность расстояния между центрами соседних междугнездий лучший результат также имел термопрореживатель.

Показатель термопрореживателя по уничтожению сорняков при прореживании всходов составил 58,25 против 50,0 % у механического.

Таким образом, экспериментальными исследованиями установлены оптимальные параметры термопрореживателя всходов хлопчатника: диаметр сопла 20 мм, высота установки над уровнем почвы 15 см. при скорости движения машинно-тракторного агрегата 1,05 м/с. Расчет показателей экономической эффективности от использования термопрореживателя показал годовой экономический эффект на один пропашной агрегат за сезон 642883,2 сум. со сроком окупаемости 1,6 года. За весь период испытаний было обработано 325 га междурядий хлопчатника и 125 га посевов кукурузы.

Литература

1. А.с. (СССР) 1727565. Термокультиватор /Пулатов А.С., Алдабергенов М.К. //Бюл. Изобр. – 1992. – № 15. – С. 24.
2. А.С. (СССР) 1727765. Сельскохозяйственный агрегат /Пулатов А.С., Алдабергенов М.К. //Бюл. изобр. – 1992. – № 15. – С. 26.
3. Алдабергенов М.К. Обоснование основных параметров и режимов работы термопрореживателя всходов хлопчатника в условиях Республики Каракалпакстан.: Автореф.дис....канд.техн.наук. – Янгиюль: 2002. – 16 с.
4. Патент Республики Узбекистан (UZ) № 4967 А01М 21/04. Термопрореживатель /А.С. Пулатов и М.К. Алдабергенов //Бюл. №2. –

30.06.1998.

5. Практическое руководство по освоению интенсивной технологий возделывания хлопчатника в условиях Республики Каракалпакстан. – Нукус, 1994. – 27с.

6. Пулатов А. С., Алдабергенов М.К Пахтани иссиклик яганалагишининг параметрларини экспериментни режалаштириш усулида оптималлаштириш //Пахтичилик ва Дончилик журнали. – Ташкент, 1997. – №3. – 43-45.

7. Knezevic, S.Z., Stepanovic,S., Datta,A., Nedeljkovic, D., Tursun, N. Soybean yield and yield components as influenced by the single and repeated flaming. Crop Protection, 2013. – 50 1-5.

8. Pulatov A., Aldabergenov M., Amonov M., Colvin T. Laboratory test of a thermal weed control device for cotton in Uzbekistan //Paper № MC97-110 an ASAE Meeting Presentation. Rd., St. Joseph, MI 49085-9659 USA, 1997. – 13p.

9. Ulloa, S.M., Datta, A., Bruening, C., Neilson, B., Miller, J., Gogos, G., Knezevic, S.Z. Maize response to broadcast flaming at different growth stages: effects on growth, yield and yield components. European Journal of Agronomy 2011. – 34. – 10-19.

10. Wszelaki, A.L., Doohan, D.J., Alexandrou, A., 2007. Weed control and crop quality in cabbage [Brassica oleracea (capitata group)] and tomato (Lycopersicon lycopersicum) using a propane flamer. Crop Protection, 2007, 26, 134-144.

Hamidov H.Kh. Cand.Tech.Sci. of Ministry of agriculture and water management Republic of Uzbekistan, Pulatov A.S. Cand.Tech.Sci. Tashkent institute of an irrigation and melioration, Uzbekistan, z. Tashkent, Aldabergenov M. K. Cand.Tech.Sci. of KAZNIIMESKH of Almaty

PILOT STUDIES OF TERMOPROREZHIVATEL OF SHOOTS OF THE COTTON IN UZBEKISTAN

Results of pilot studies on justification of optimum parameters of the device for thinning of shoots of a cotton are given in article.

УДК 636.03; 004.942

Жаңбырбаев А.Б., к.ф.-м.н., КазНИИМЭСХ;
Мустакаев М.Р., магистрант, КазНУ им.аль-Фараби;
Тұрмагамбетова Ф.Р., магистрант, КазНАУ, г.Алматы

К ВОПРОСАМ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА СОСТАВА РАЦИОНОВ КОРМЛЕНИЯ ОВЕЦ

В статье изложены результаты разработки мобильного программного приложения для расчета оптимального состава рациона кормления овец с использованием операционной системы Android и компактной реляционной базы данных SQLite

Правильное составление рациона питания для производственных групп овец является важнейшим компонентом обеспечения эффективности овцеводства в целом. Экономическая значимость продукции овцеводства определяется ее количеством и качеством, соответствием требованиям рынка и себестоимостью, что в целом обусловлено общей технологией ее производства. Многообразие природных и экономических условий отдельных регионов требует использования различных технологических схем получения от овец высокой производительности. Одним из важнейших направлений с позиции инженерно-технического обеспечения производства является оперативное составление оптимального рациона питания для овец, в зависимости от доступных ресурсов и с учетом питательных веществ в составе кормов для получения максимального прироста в весе животных. Для этих целей была разработана программа составления рациона согласно нормам питания для овец основных направлений продуктивности (мясо-шерстных, шерстно-мясных) в условиях пастбищного содержания.

Важными характеристиками программы являются полноценная и самодостаточная база данных, простота использования и настройки, мобильность и кроссплатформенность, а также гибкость составления рациона для выбранных производственных групп овец.

При выполнении работы нами была выбрана платформа языка Java, как один из наиболее развивающихся языков программирования. Первоначальная платформа, для которой создается приложения, является ОС Android как самая массовая и доступная платформа для мобильных устройств в Казахстане [1].

Android – операционная система для смартфонов, планшетных компьютеров, электронных книг, цифровых проигрывателей, наручных часов, игровых приставок, нетбуков, смартбуков, очков Google, телевизоров и других устройств. В будущем планируется поддержка автомобилей

и бытовых роботов. Основана на ядре Linux и собственной реализации виртуальной машины Java от Google.

Данное мобильное приложение разработано для смартфонов с версий Android 3.0 и выше.

Алгоритм компьютерной технологии решения поставленной задачи может быть представлен как последовательность операций в виде укрупненных блоков [2].

Блок 1. База данных.

В базу входят данные о породах овец, видах кормов, жизненно важных элементов для продуктивной жизнедеятельности для каждой породы овцы, и нормах рациона кормления овец. База данных представляет собой реляционную базу данных SQLite. SQLite – компактная встраиваемая реляционная база данных с возможностью динамического типизирования данных [3].

Важной особенностью базы данных является ее местоположение. База данных полностью находится на устройстве пользователя в 2 возможных местоположениях:

- SD-карта при ее наличии;
- основная память устройства.

База данных поддерживает связь с основной базой данных при наличии доступа к интернету. При получении уведомления об обновлении основной базы данных, приложение уведомляет пользователя о возможности обновить программу, получив новые данные. Данные записываются в базу данных посредством SQL запросов. SQL – формальный процедурный язык программирования, применяемый для создания, модификации и управления данными в произвольной реляционной базе данных, управляемой соответствующей системой управления базами данных (СУБД). Все данные из СУБД поступают с помощью SQL запросов.

Блок 2. Определение входных параметров: порода овцы, регион, доступные виды кормов и их количество.

Для корректной работы приложения пользователь должен ввести обязательные параметры для составления граничного уравнения для определения оптимального рациона питания для выбранной породы овцы. Ряд атрибутов носят дополнительный характер, указав которые пользователь получит более точные результаты.

Получив значения введенных параметров и входные данные из базы данных для выбранных показателей, приложение начинает расчет рациона питания.

Математическое обеспечение предлагаемого программного приложения связано с решением задачи линейного программирования [4] в следующей постановке:

Целевую вектор – функцию определим как

$$f_i(g) = N_i(g) - \sum_j V_j P_i(k_j), \quad g \in G, \quad k_j \in K, \quad i = \overline{1, n},$$

где: G – допустимое множество (группы животных), связанное с входными параметрами из базы данных (порода, направление продуктивности, половозрастная группа, физиологический период и т.д.);

K – множество видов кормов, доступных для включения в рацион;

$N_i(g)$ – количество i -ого вещества, которое необходимо получить животному $g \in G$ за сутки согласно нормам кормления;

V_j – объем включаемого в рацион корма k_j ;

$P_i(k_j)$ – количество i -ого показателя, содержащегося в единице объема корма k_j .

Налагаемые на переменные (вид корма и его объем) ограничения будут связаны с множеством K -доступной кормовой базой.

Задача состоит в минимизации целевой функции.

Все вычисления осуществляются в специальном классе, который включает в себя класс `Math`, разработанный специально для вычисления базовых математических функций.

Класс имеет `private` методы, которые вызываются для обработки поступившей информации из базы данных, произведения аналитических расчетов рациона питания, объединения с предыдущими результатами обработки для вывода общих результатов.

Для работы с базой данных используется класс `SQLiteOpenHelper`, необходимый для взаимодействия с СУБД. `SQLiteOpenHelper` – абстрактный класс, предназначенный для реализации наиболее эффективной модели, с помощью которой можно создавать, открывать и обновлять базы данных. Переопределение методов `onCreate` и `onUpgrade`, позволит контролировать создание новой базы данных и обновление ее до последней версии при необходимости.

Классы вывода информации: `MainActivity` и классы наследующие `Fragment`. В `MainActivity` выводятся начальные неизменяемые поля, такие как поле ввода и поле вывода. Классы `Fragment` динамически заменяются при произведении алгебраических расчетов и имеют ограниченный цикл жизни.

Блок 3. Выходная база данных.

Выходная база данных содержит результаты расчетов составляющей полученных рационов питания для выбранных пород овец.

На основании полученных результатов строятся таблицы.

Все полученные результаты в фоновом режиме записываются в основную базу данных, из которой, при подключении к интернету, будут скопированы данные в серверную базу данных для дальнейшего анализа

результатов. Данное решение позволяет проанализировать положение базы ресурсов в овцеводческих хозяйствах в фоновом режиме.

Таким образом, полученный алгоритм определения рациона питания для производственных групп овец позволяет оптимизировать и улучшить рентабельность производства продукции овцеводства в целом.

Результаты выборочного тестирования на базе данных, предоставленных лабораторией информационных систем и технологий КазНИИМЭСХ, подтвердили функциональную работоспособность данной программной продукции.

Программное обеспечение расчета рациона питания овец может быть использовано как субъектами агробизнеса, так и организациями производства продукции овцеводства.

Литература

1 Разработать интегрированную информационную систему для поддержки научных исследований в сельском хозяйстве. Отчет о НИР (заключительный), № госрегистр. 0112РК01403. Рук. НИР – д.т.н. А.Н. Алтыбаев, Алматы, 2014.

2 Android (operation System) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.android.com>.

3 SQLite Documents [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sqlite.org/docs.html>.

4 Трифонов А.Г. Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения [Электронный ресурс]. URL: http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/.

*Zhanbyrbayev A.B., candidate of physical and mathematical sciences., KazSRIMAE;
Mustakayev M.R., the undergraduate, KAZNU of al-Faraby;
Turmagambetova F.R., undergraduate, KAZNAU, Almaty*

TO QUESTIONS OF CREATION OF THE MOBILE PROGRAM APPLICATION FOR AUTOMATION OF CALCULATION OF STRUCTURE OF DIETS OF FEEDING OF SHEEP

In article results of development of a mobile program application for calculation of optimum structure of a diet of feeding of sheep with use of the Android operating system and the compact relational SQLite database are stated

УДК 631.3.06

*Голиков В.А. академик НАН РК, Усманов А.С. канд. техн. наук,
Артамонов В.Н. канд. техн. наук, КазНИИМЭСХ, г. Алматы*

К ВЫБОРУ ТИПОРАЗМЕРОВ ТРАКТОРОВ И КОМБАЙНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПЛОЩАДИ

Проанализирована структура агроформирований в республике и доля посевной площади в крестьянских (фермерских) хозяйствах, сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения. Проведены расчеты для определения типажа посевных агрегатов и зерноуборочных комбайнов в зависимости от величины обрабатываемой площади

На 1 января 2014 года количество действующих производителей сельскохозяйственной продукции в стране составило около 190 тыс. ед, в том числе 182,7 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ), что составляет 96% от общего числа всех агроформирований. На долю КФХ приходится более 30% валовой продукции сельского хозяйства и более 40% из них имеют не более 10 га земель сельскохозяйственного назначения, а до 50 га 84%. Сельскохозяйственные предприятия (СПХ) производят 19...23% продукции, а хозяйства населения (ХН) 55...57%.

Общая посевная площадь составляет более 21 млн. га. У СХП - 60%, у КФХ - 38%.

У СХП доля до 10 тыс. га пашни составляет 91%, от 10 до 20 тыс. га - 6%, свыше 20 тыс. га - 3% [1].

В южных областях республики средняя величина пашни в КФХ изменяется от 6,3 га (Южно-казахстанская область) до 31,2 га (Кызылординская область). Тогда как в сельхозпредприятиях (СХП) этих же областей средняя величина пашни составляет 15,3 га и 610 га соответственно.

В северных, зернопроизводящих, областях страны площади пашни в КФХ и СХП значительно больше.

Технические средства для агроформирований выбирают в зависимости от величины обрабатываемой площади.

При возделывании и уборке сельскохозяйственных культур на каждую технологическую операцию агрономическими институтами определена нормативная продолжительность механизированных сельскохозяйственных работ (агросрок), которые могут изменяться в различные годы в зависимости от погодных условий. В таблице 1 приведены эти значения для некоторых видов работ и разных сельскохозяйственных культур для Казахстана [2].

Выработка агрегата за агросрок составляет:

$$F_a = 0,1 B V K_3 T_d A, \text{ га}, \quad (1)$$

где B – ширина захвата агрегата, м; V – средняя скорость движения агрегата, км/ч; $K_э$ – коэффициент использования эксплуатационного времени; T_d – продолжительность рабочего дня, ч; A – агросрок на проведение технологической операции, дней.

Таблица 1 – Нормативная продолжительность механизированных полевых сельскохозяйственных работ

№	Вид работы	Рабочие дни
1	Обработка почвы:	
	- раннее-весеннее-боронование	3
	- предпосевная подготовка почвы	4
	- подъем ранних паров и весенняя обработка почвы	10
	- основная обработка почвы под зябь	18
2	Посев и посадка культуры:	
	- озимые	10
	- ранние зерновые	4
	- рис	8
	- кукуруза на зерно	5
	- сахарная свекла	3
	- кукуруза на силос	6
	- травы однолетние	6
	- травы многолетние	3
	- картофель	8
3	Междурядная обработка:	
	- сахарная свекла	3
	- кукуруза	4
4	Уборка:	
	- скашивание зерновых	4
	- подбор валков, прямое комбайнирование	10
	- рис	7
	- кукуруза на зерно	12
	- сахарная свекла	10
	- травы однолетние	8
	- травы многолетние	10

Объем работ выполняемый несколькими агрегатами равен:

$$F = N F_a, \quad (2)$$

где N – количество агрегатов.

Количество агрегатов и управляемых ими механизаторов должны быть минимальным.

В качестве примера рассмотрим пахотный агрегат, состоящий из трактора класса 1,4 (Беларус-80/82) и трехкорпусного плуга ПЛН-3-35 при вспашке зяби на глубину 20...22 см. Подставляя в формулу (1) значения

$B = 1,05$ м, $V = 7$ км/ч, $K_3 = 0,8$; $T_d = 10$ часов, $A = 18$ дней, получаем $F_a = 100$ га.

Таким образом, данный агрегат на вспашке зяби на глубину 20...22 см на средних почвах с ровным рельефом может обработать 100 га.

Нами определена зависимость необходимого тягового усилия трактора при отвальной вспашке зяби на глубину 27...30 см при тех же условиях, что и ранее, которая аппроксимируется линейной моделью в диапазоне изменения обрабатываемой площади от 70 до 300 га с доверительностью 0,98.

$$P = 0,1247 F + 12,5, \quad (3)$$

где P – тяговое усилие трактора, кН; F – обрабатываемая площадь, га.

По формуле (3) при $F = 70$ га необходимое тяговое усилие трактора составляет $P = 21,2$ кН, т.е. трактор должен быть класса не менее 2.

Может быть использован агрегат, состоящий из трактора Беларус-1221 (класс тяги 2) и плуга ПЛН-3-35.

Для обработки площади $F = 300$ га требуется трактор с тяговым усилием $P = 49,9$ кН, т.е. трактор должен быть класса 5. Применим агрегат, включающий трактор К-744Р1 (класс тяги 5) и плуг ПЛН-8-35 или ПНУ-8-40.

По формуле (1) определим выработку посевного агрегата, состоящего из трактора Беларус-80 и сеялки СЗ-3,6 на посеве озимых зерновых. Подставляя значения $B = 3,6$ м; $V = 10$ км/ч, $K_3 = 0,8$; $T_d = 10$ ч, $A = 10$ дней, имеем $F_a = 288$ га, а на посеве ранних зерновых, где $A = 4$ дня получим $F_a = 115$ га.

Таким образом, трактор Беларус-80/82 с плугом ПЛН-3-35 и сеялкой СЗ-3,6 может обработать площадь при возделывании зерновых 100 и более га.

В северных областях республики, которые являются основными производителями зерна, многие хозяйства используют нулевую и минимальную технологию обработки почвы с применением широкозахватных посевных комплексов, которые выполняют за один проход комплекс технологических операций, включающих предпосевную обработку, внесение удобрений и посев. Продолжительность посевных работ существенно влияет на урожайность зерновых культур. Агросрок на проведение посева составляет не более 10 рабочих дней. Учитывая наличие в регионе крупных хозяйств, имеющих большие посевные площади, требуются посевные комплексы с высокой производительностью с использованием энергонасыщенных тракторов класса тяги 5 и более.

В Российской системе машин основу классификации сельскохозяйственных тракторов составляют 11 тяговых классов от 0,1 до 8 с регламентированным по ГОСТ 27021-86 номинальным тяговым усилием [3].

Вторым классификационным параметром принята мощность тракторного двигателя номинальная по ISO 14396 или эксплуатационная по ГОСТ 18509, разделенная в диапазоне от 3 до 400 кВт эксплуатационной мощности на 12 разрядов.

Общая характеристика типажа тракторов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Типоразмерные ряды тяговых классов и мощностных разрядов сельскохозяйственных тракторов *)

Тяговый класс	Тяговое усилие, кН	Мощностной разряд			
		колесные тракторы		гусеничные тракторы	
		№ разряда	нижняя и верхняя границы, кВт	№ разряда	нижняя и верхняя границы, кВт
0,1	0,3...1,4	1	3...5,5/3...5		
0,2	1,8...5,4	2	11...18/10...16		
0,6	5,4...8,1	3	24...35/22...32		
0,9	8,1...12,6	4	36...44/33...40		
1,4	12,6...18	5	46...65/41...58		
		6	66...105/59...94		
2	18...27	7	106-134/95...120	5	46...65/41...58
		8	135...168/121...150	6	66...105/59...94
3	27...36			6	66...105/59...94
		8	135...168/121...150	7	106...134/95...120
4	36...45	8	135...168/121...150	7	106...134/95...120
		9	169...224/151...200	8	135...168/121...150
		10	225...280/201...250		
5	45...54	9	169...224/151...200	7	106...134/95...120
		10	225...280/201...250	8	135...168/121...150
				9	169...224/151...200
6	54...72	10	225...280/201...250	9	169...224/151...200
		11	281...358/251...320	10	225...280/201...250
		12	359...448/321...400		
8	72...108	12	359...448/321...400	11	281...358/251...320
				12	359...448/321...400

*) В числителе указана номинальная мощность по ISO 14396, в знаменателе – эксплуатационная по ГОСТ 18509.

Расширение состава типажа за счет малогабаритной техники обусловлено тем, что в России 43...48% продукции производится в хозяйствах населения, имеющих средний размер полевого земельного участка 0,83 га. Аналогичная картина и в Казахстане, где хозяйства населения производят 53...57% сельскохозяйственной продукции.

Хозяйства населения могут использовать тракторы класса 0,1 и 0,2. Небольшие КФХ могут применять тракторы класса 0,6 и 0,9.

Однако основным трактором в большинстве КФХ является трактор класса 1,4 (Беларус-80/82 и др.) В настоящее время увеличилось приобретение агроформированиями тракторов класса 2 (Беларус-1221).

Можно прогнозировать, что наиболее востребованными для КФХ и СХП в Казахстане на перспективу будут тракторы классов: 1,4; 2,0; 3,0; 4,0; 5 и 8.

В таблице 3 приведены основные технические характеристики тракторов, которые используются и предлагаются к использованию в республике фирмами-производителями.

Таблица 3 – Основные технические характеристики тракторов

Тип, марка	Страна	Мощность двигателя кВт/л.с.	Класс тяги трактора, тс	Масса эксплуатационная, кг
Кировец К-744 Р1	Россия	220/300	5	14900
John-Deere 7250 (колесный)	США	349/475	6	16361
Buhler Versatile ННТ 535	Канада	393/535	8	19000
Buhler Versatile ННТ 485	Канада	357/485	8	19000
Buhler Versatile ННТ 2375	Канада	275/375	5	11690
John-Deere 6130D	США	95,4/129,8	2	3979
New Holland Т9040	США	320/435	7	18000
Беларус-310/320	Беларусь	26,5/36	0,6	1580/1720
Беларус-80.1/82.1	Беларусь	60/81	1,4	3770/4000
Беларус-890/892	Беларусь	65/89	1,4	3900/4150
Беларус-921.3/922.3	Беларусь	70/95	1,4	4000/4300
Беларус-100Х	Беларусь	77/105	1,4	3800
Беларус-1025.2	Беларусь	79/107	1,4	4480
Беларус-1220.3	Беларусь	90/122	2	5500
Беларус-1221.2/1221В.2	Беларусь	96/130	2	5300/5730
Беларус-1523/1523В	Беларусь	114/155	2	6250
Беларус-2022.3/2022В.3	Беларусь	156/212	3	7220
Беларус-3022ДЦ	Беларусь	222,8/303	5	14000
ХТЗ-17221	Украина	128,7/175	3	8900
ХТЗ-150К-09	Украина	128,7/175	3	8200

В таблице 4 приведены расчеты выработки различных посевных комплексов с тракторами классов 5 и 8, по которым можно определить требуемый агрегат и их количество в зависимости от величины посевной площади в хозяйствах. Технические характеристики посевных комплексов приняты из [3].

Выработка зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов за агросрок определяется так же по формуле (1). Скорость комбайнов выбирается из условия обеспечения полной их загрузки. Однако для условий Казахстана она должна быть не более 10 км/ч. Она определяется по формуле

$$V_k = \frac{360g}{BY} \leq 10 \text{ км/ч}, \quad (4)$$

где V_k – скорость комбайна, км/ч; g – пропускная способность комбайна, кг/с; B – ширина захвата жатки, м; Y – урожайность убираемой культуры, ц/га:

Таблица 4 – Выработка посевных комплексов

Марка комплекса	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Выработка за 1 час, га/ч	Выработка за 10 ч, га	Выработка за 14 ч, га	Выработка за 7 дней при 10 часовой смене, га	Выработка за 7 дней при 14 часовой смене, га	Выработка, га	
								10 дней 10 ч	10 дней 14 ч
а) в агрегате с трактором тягового класса 5									
СЗТС-2,1 (7х2,1)	14,7	5	5,8	58	81,2	406	568	580	812
	14,7	10	11,6	116	162,4	812	1137	1160	1624
СЗТС-12	12,5	10	10	100	140	700	1400	1000	2000
ППК-8,5 «Кузбас»	8,3	9,4	6,2	62	86,8	434	607	620	868
Concord	8,1	10	6,4	64	89,6	448	627	640	896
б) в агрегате с трактором тягового класса 8									
ППМ «Обь-16-3Т» сцепка СК-16 4- модуля	16	7	8,9	89	124,6	623	872	890	1246
Агромастер 14400 М	14,4	10	11,5	115	161	805	1127	1150	1610
ПК-12 «Ставрополье»	12,0	10	9,6	96	134,4	672	938	960	1344
КСКП «Омич»	14,35	8	8,9	89	124,6	623	872	890	1246
Мод.1835 (США)	15,2	8	9,7	97	135,8	679	950	970	1358
Concord АД 5060 (США)	15,4	10	12	120	168	840	1176	1200	1680

В таблице 5 приведены основные технические характеристики зерноуборочных комбайнов, которые используются и предлагаются к использованию в республике фирмами-производителями [3].

В таблице 6 приведены расчеты выработки различных комбайнов на уборке зерновых с разной урожайностью.

За последние пять лет средняя урожайность зерновых в республике составила 11,5 ц/га, а максимальная 16,9 ц/га. В Южном регионе республики в некоторых хозяйствах возделываются зерновые на орошаемых землях,

где урожайность составляет порядка 40 ц/га. Учитывая эти данные, приведены расчеты выработки при урожайности 12; 17 и 40 ц/га.

Таблица 5 – Основные технические характеристики зерноуборочных самоходных комбайнов

Тип, марка	Мощность двигателя, кВт /л.с.	Пропускная способность, кг/с	Диапазон скоростей, км/ч	Ширина захвата жатки и других адаптеров, м
СК-5М-1 «Нива», СК-5МЭ-1 «Нива-Эффект», Енисей-1200-1, Енисей-1200-2	107/145	5,5-6	до 10	5/6/2,75
РСМ-101 «Вектор»	154/210	7,6	до 10	5/6/7 2,75/3,4
ACROS-530	184/250	9,3	до 10	6/7 2,75/3,4
Палессе GS 07 (КЗС-7)	154/210	7-8	до 10	5/6/3,4
Палессе GS 812 (КЗС-812)	154/210	8	до 10	5/6/7/3,4
Палессе GS 12 (КЗС-1218)	243/330	12	до 10	6/7/9/3,4
Лида-1300	184/250	8-8,5	до 10	6
КЗС-740 «Essil»	154/210	7-8	до 10	5/6/7/3,4
КЗС-760 «Essil»	243/330	12	до 10	7/9

Используя результаты расчетов, можно определить тип и потребное количество комбайнов в зависимости от урожайности и убираемой площади зерновых.

Таблица 6 – Выработка комбайнов на уборке зерновых с различной урожайностью

Тип, марка	Урожайность зерна, ц/га	Пропускная способность, кг/с	Ширина захвата жатки, м	Производительность за 1 час эксплуатационного времени, га/ч	Выработка за 10 часов, га	Выработка за агросрок, га
СК-5М-1 «Нива», СК-5МЭ-1 «Нива-Эффект», Енисей-1200-1, Енисей-1200-2	12	5,5	6,0	4,3	43	430
	17	5,5	6,0	4,3	43	430
РСМ-101 «Вектор», Палессе GS 07(КЗС-7),	12	8	7,0	5,0	50	500
	17	8	7,0	5,0	50	500
ACROS-530	40	10	6	2,88	28,8	288
Палессе GS 12 (КЗС-1218)	40	12	6	3,45	34,5	345

Проведенные расчеты могут быть использованы для выбора типоразмеров тракторов и комбайнов в зависимости от величины обрабатываемых площадей.

Литература

1. Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан 2009-2013. – Астана: Статистический сборник, 2014. – 194 с.
2. Нормы и нормативы для планирования механизации и электрификации в отраслях АПК. – М.: Агропромиздат, 1988. – 591 с.
3. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. Том-1. Растениеводство. – М: ВИМ, 2012. – 303с.

*Golikov V.A. academician NAN RK, Usmanov A.S. Cand.Tech.Sci,
Artamonov V. N. Cand.Tech.Sci, KAZSRIMEA, Almaty*

TO THE CHOICE OF STANDARD SIZES OF TRACTORS AND COMBINES DEPENDING ON SIZE THE PROCESSED AREA

The structure of agroformations in the republic and a share of a cultivated area in country (farmer) farms, the agricultural enterprises and farms of the population is analysed. Calculations for definition of a type of sowing units and combine harvesters depending on the size of the processed area are carried out

УДК 631.31

*Полищук Ю.В. к. т. н., Комаров А.П. м.н.с.,
Костанайский филиал КазНИИМЭСХ, г. Костанай*

ОБОСНОВАНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПЛОСКОРЕЖУЩИМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ И ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ ФРЕЗБАРАБАНА

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию рационального расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана

Одной из важнейших сельскохозяйственных культур, урожаем которой используется для производства продуктов питания, кормов и сырья для промышленности, является картофель. В мире площади, занятые под картофелем, составляют свыше 18 млн.га. В Казахстане картофель выращивается на площади около 180 тыс. га, что составляет около 1% мировых площадей. Валовой сбор этого ценного продукта составляет 2 млн. тонн. По данным КазНИИ картофелеводства в нашей стране средняя урожайность клубней составляет 120 ц/га, в то время как в Нидерландах, Бельгии и Дании - свыше 400 ц/га. Урожайность картофеля зависит от сорта и его репродукции, почвенно-климатических условий, удобрений и технологии возделывания. Применение устаревших технологий возделывания, а зачатую и нарушение агротехники являются одной из главных причин низкой урожайности картофеля в Казахстане. Опыт ведущих стран свидетельствует, что высокопродуктивное картофелеводство базируется на достижениях научно-технического прогресса, в том числе на внедрении современных комплексов машин и оборудования для его возделывания.

Технология подготовки почвы под посадку картофеля в весенний период предполагает культивацию на глубину 18-20 см, фрезерование обработанной поверхности и формирование гребней с междурядьем 70 - 90 см, или выравнивание и прикатывание обработанной поверхности [1,2].

Совмещение технологических операций культивации, фрезерования, формирование гребней или выравнивания обработанной поверхности позволит увеличить производительность агрегата не менее чем в 1,3 раза. Исследования, проведенные за рубежом [3,4], были направлены на разработку гребнеобразующих фрез для технологии возделывания картофеля. Фирма «Grimme», Германия разработала фрезерные гребнеобразователи с шириной захвата 1,5-4,7 м 2-х, 4-х и 6-ти рядные. ЗАО «Евротехника», г. Самара, Россия, выпускает по лицензии «Grimme» гребнеобразователи RF-4 с шириной захвата 3 м производительность до 2 га/ч. Ширина междурядий в зависимости от исполнения у этой машины в пределах 75-90 см. Универсальная машина для возделывания картофеля и овощей УМВК-2,8 производства ЗАО «Калибр», Рязань, Россия предназначена для нарезки гребней

под посадку картофеля и других культур с междурядием 70-75 см. Представляет собой раму, на которой установлен фрезбарабан с ножами и регулируемые формообразователи. Фрезерный гребнеобразователь ФНГ-4х70 производства «СКР Машиностроение», Россия, имеет аналогичную конструкцию.

Имеется технологическая возможность совмещения обработки почвы (пассивными рабочими органами и фрезерными), нарезки гребней или прикатывания за один проход агрегата. Совмещение технологических операций и выполнение технологического процесса подготовки почвы под посадку картофеля позволит снизить эксплуатационные затраты на выполнение технологического процесса, сократить количество проходов агрегатов по полю. Тем самым предотвращается чрезмерное уплотнение и распыление почвы.

Расстояние между плоскорежущими рабочими органами (стрельчатая лапа) и осью вращения фрезбарабана комбинированного фрезерного орудия, по направлению движения, является одним из основных технологических параметров, определяющих надежность выполнения технологического процесса и его энергоемкость. Кроме того, этот параметр определяет длину орудия и его материалоемкость. Компромиссное решение этой задачи основано на отыскании рационального расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбараба, обеспечивающего свободный проход обрабатываемого слоя с требуемым качеством крошения почвы и минимальными энергозатратами. Рациональное расстояние определяется зоной распространения деформации пласта на поверхности почвы относительно рабочих органов [6, 7].

Для определения минимального расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана воспользуемся расчетной схемой (рисунок 1). Почвенный пласт, подрезанный стрельчатой лапой плоскорежущих рабочих органов, совершив движение по параболе, опускается на дно борозды в точке A , а абсолютная скорость движения почвенных частиц в сечении пласта по линии AC будет равна нулю, так как их дальнейшего движения не происходит. Следовательно, если нож фрезерного рабочего органа вступит во взаимодействие с поверхностным слоем почвы в точке C , будет обеспечено максимальное качество крошения обрабатываемого слоя.

Согласно расчетной схеме (рисунок 1), положение почвенного пласта в точке C определяется дальностью полета центра масс обрабатываемого слоя, глубиной обработки, углом установки лапы ко дну борозды, глубиной хода фрезерных рабочих органов и радиусом фрезбарабана. Расстояние от заднего обреза лемеха плоскорежущего рабочего органа до оси вращения фрезбарабана определяется по выражению 1:

$$L_n = X_n + X_1 + X_2 + R_1. \quad (1)$$

Значения X_n определим по теореме тело брошенное под углом к гори-

зонту; X_1 – на основании решения треугольников AA_1M ; X_2 – ACD ; а R_1 – на основании решения окружности радиусом R_ϕ . Для определения высоты расположения точки C относительно дна борозды воспользуемся законом неразрывности почвенного пласта, выражение 2.

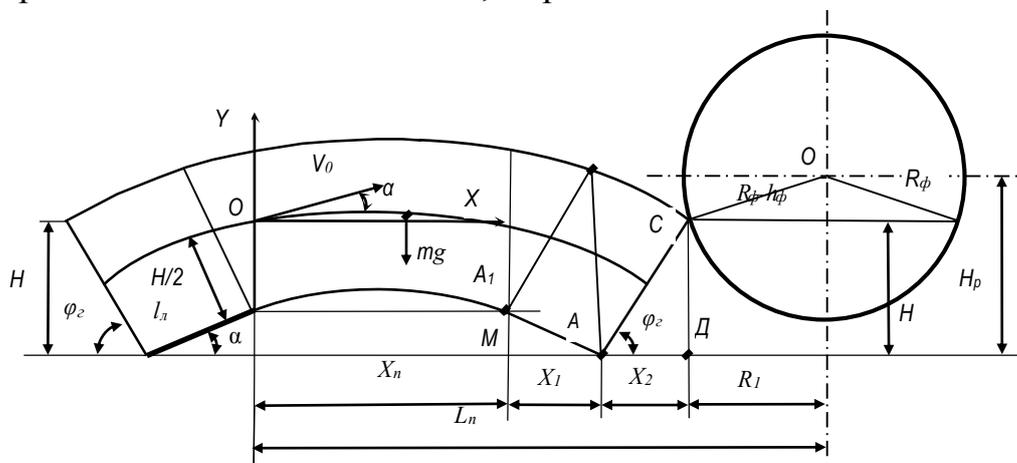


Рисунок 1 – Расчётная схема для определения рационального расстояния между плоскорезными и дисковыми рабочими органами.

$$DC = H \rho_1 / \rho_2, \quad (2)$$

где: H – глубина обработки почвы стрелчатой лапой, см; ρ_1, ρ_2 – плотность почвы соответственно до и после прохода стрелчатой лапы, кг/м³.

Выражение (2) можно представить:

$$DC = K_n H, \quad (3)$$

где: $K_n = \rho_1 / \rho_2$ – коэффициент разуплотнения почвы.

Подставляя значения X_n, X_1, X_2 , и R_1 в выражение (1) и проведя преобразования, получим:

$$L_n = (V_n^2 \sin 2\alpha \cos \alpha / g) + l_n \cos \alpha + K_n H \cdot \operatorname{ctg} \varphi_z + \sqrt{2 h_\phi R_\phi - h_\phi^2}. \quad (4)$$

где: V_n – поступательная скорость движения агрегата, м/с; α – угол установки двухгранного клина к дну борозды, град.; g – ускорение свободного падения, м/с²; l_n – длина лемеха, м; φ_z – угол скалывания в продольно-вертикальной плоскости, град.; R_ϕ – радиус фрезбарабана, м; h_ϕ – глубина обработки ножами фрезбарабана, м.

Расчеты, проведенные по уравнению (4), для стрелчатой лапы КПЭ при $\alpha = 10$ град., $l_n = 0,08$ м, глубине хода лапы $H = 0,20$ м, глубине хода фрезерных ножей $h_\phi = 0,15$ м, изменении скорости движения агрегата от 0,5 до 2,5 м/с, ширине захвата B_n плоскорезующей лапы от 0,3 до 0,6 м, коэффициенте разуплотнения почвы K_n соответственно от 1,12 до 1,33 и радиусе фрезбарабана 0,32 м, показали, что наиболее значимыми показате-

лями, влияющими на изменение параметра L_n , являются скорость движения агрегата V_n , радиус фрезбарабана R_f и коэффициент разуплотнения почвы K_n . Результаты расчетов представлены на графике рисунок 2.

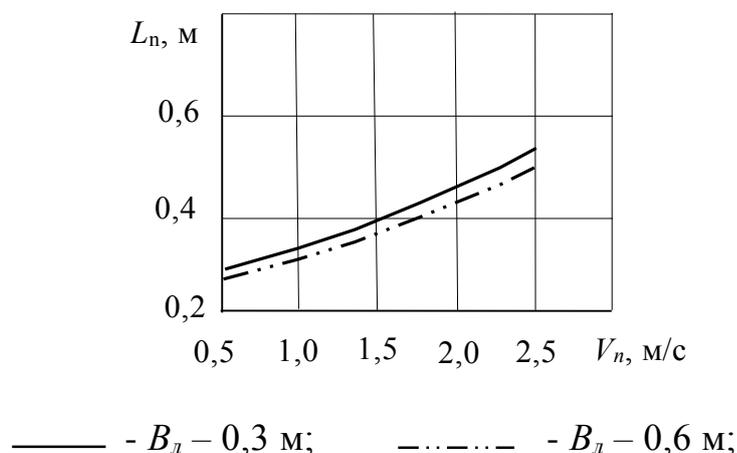
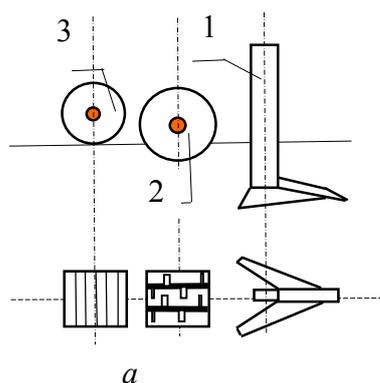


Рисунок 2 – Влияние скорости движения агрегата V_n на расстояние между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана L_n

Анализ полученных зависимостей показал, что при работе машины в скоростном режиме 0,5-2,5 м/с расстояние между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана должно находиться в пределах 0,30-0,50 м.

Экспериментальные исследования проводились с использованием лабораторной установки (рисунок 3). При проведении экспериментальных исследований в основу методики выбора участка для проведения исследований, определения условий проведения исследований и качества работы положены основные требования ГОСТ 20915, СТ РК 1559 и СТ РК 1560 [8,9,10]. Методика оценки тягового сопротивления лабораторной установки и крутящего момента на ВОМ трактора основана на требованиях СТО АИСТ 2.2 [11]. Все полученные данные экспериментальных исследований обработаны методом математической статистики [12,13] с использованием компьютерной программы Excel.

На раму лабораторной установки монтировался плоскорежущий рабочий орган (по типу КПЭ) шириной захвата 0,4 м. Фрезбарабан изготовлен шириной захвата 0,5 м. Кронштейн, на который монтировался плоскорежущий рабочий орган, был изготовлен таким образом, что по мере необходимости его можно передвигать по брусу рамы. Кронштейн с плоскорежущим рабочим органом передвигался от оси фрезбарабана в пределах 0,3-0,6 м, шагом 0,1 м. Перед серией опытов устанавливали глубину хода стрельчатой лапы – 0,2 м, фрезбарабана – 0,15 м, частоту вращения фрезбарабана – 350 мин⁻¹. Скорость движения изменялась в пределах от 0,9 до 1,9 м/с.



1 – плоскорежущий рабочий орган; 2 – фрезбарабан; 3 – прикатывающий каток.
а – схема; б – вид сбоку

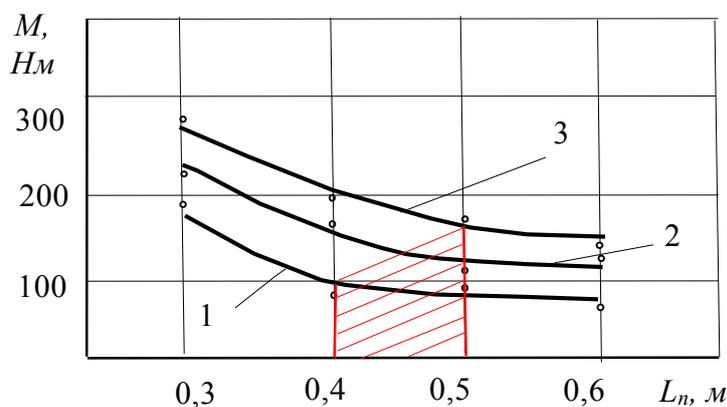
Рисунок 3 – Лабораторная установка для определения параметров и режимов работы комбинированного фрезерного орудия

Условия проведения исследований: твердость почвы в слое 0-20 см составляла 2,3 МПа, влажность – 11,8 %, объемный вес – 1,36 г/см³.

Установлено, что с увеличением скорости движения наблюдается рост крутящего момента на ВОМ. При установке расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана 0,3 м и скорости движения агрегата 0,9 м/с крутящий момент составил 180 Нм, а на скорости движения 1,9 м/с – 260 Нм. С увеличением расстояния до 0,6 м на скорости движения 0,9 м/с крутящий момент составил 90 Нм, а на скорости движения 1,9 м/с – 150 Нм. Крутящий момент снижается при увеличении расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбана. Так, на скорости движения 1,9 м/с с увеличением расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана с 0,3 до 0,5 м происходит снижение крутящего момента с 280 до 160 Нм. Дальнейшее увеличение расстояния до 0,6 м приводит к снижению крутящего момента до 150 Нм. На скорости движения агрегата 0,9 м/с интенсивное снижение крутящего момента происходит при изменении расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана с 0,3 до 0,4 м. Крутящий момент снижается с 190 до 100 Нм. Дальнейшее увеличение расстояния до 0,6 м приводит к стабилизации крутящего момента, он изменяется от 100 до 90 Нм. Это происходит по причине того, что при расстоянии 0,3 м, на почвенный пласт, после схода с плоскорежущего рабочего органа воздействуют фрезерные рабочие органы. При расстоянии 0,4-0,6 м почвенный пласт, после схода с плоскорежущего рабочего органа укладывается на дно борозды и только после этого происходит взаимодействие фрезерных рабочих органов с почвой.

Таким образом, чем больше расстояние между плоскорежущими ра-

бочими органами и осью вращения фрезбарабана, тем меньше период взаимодействия фрезерных рабочих органов с почвой. Это и приводит к снижению крутящего момента. На рисунке 4 выделена зона стабилизации крутящего момента для скоростного режима 0,9-1,9 м/с, это достигается установкой расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана с 0,4 до 0,5 м.



1 – $V = 0,9$ м/с; 2 – $V = 1,6$ м/с; 3 – $V = 1,9$ м/с

Рисунок 4 – Влияние расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана и скорости движения агрегата на крутящий момент

Увеличение скорости движения агрегата с 0,5 до 1,9 м/с приводит к снижению качества крошения почвы. В соответствии с рисунком 5 на расстоянии 0,5 м и скорости движения 0,5 м/с крошения почвы составляло 97,5 % фракций до 25 мм, увеличение скорости движения до 1,9 м/с привело к снижению крошения почвы до 95,8%. При расстоянии 0,4 м и изменении скорости движения от 0,5 до 1,9 м/с крошение почвы снизилось с 97,0 до 95,2 %. Снижение расстояния до 0,3 м, при том же скоростном режиме, привело к снижению крошения с 96,7 % до 93,4%. Показатели крошения почвы, при расстоянии 0,5 и 0,4 м, находятся в пределах 97,7-95,2 %, что соответствует исходным требованиям на выполнение технологической операции подготовки почвы под посадку картофеля (не менее 95% фракций до 25 мм) [1]. На расстоянии 0,3 м и скорости движения от 1,2 до 1,9 м/с орудие не выполняет исходные требования по качеству крошения почвы.

Увеличение скорости движения агрегата с 0,5 до 1,9 м/с приводит к снижению качества крошения почвы.

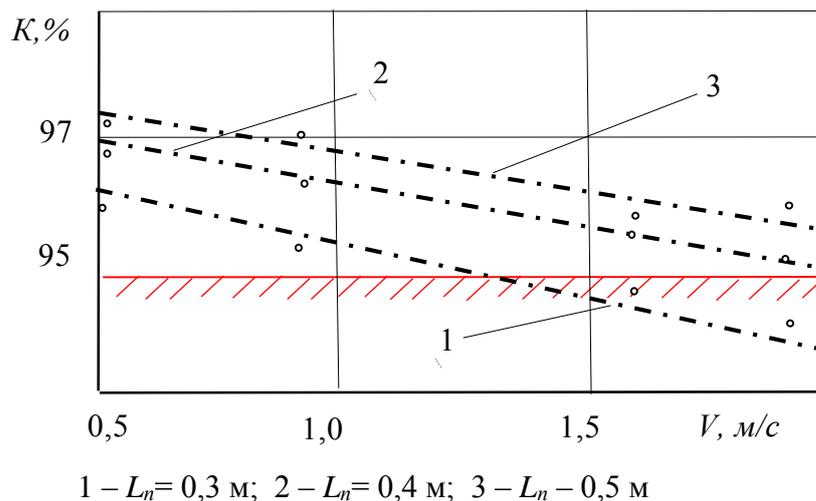


Рисунок 5 – Влияние скорости движения агрегата и расстояния между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбарабана на крошение почвы

На основании полученных зависимостей можно сделать вывод, что рациональное расстояние между плоскорежущими рабочими органами и осью вращения фрезбана должно составлять 0,4-0,5 м. Требуемое качество крошения почвы достигается при скорости движения агрегата не более 2,0 м/с.

Литература

1. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. Работа выполнена под руководством академика В.И. Анискина и член-корреспондента А.А. Артюшина //Министерство сельского хозяйства российской федерации. М., 2005. – С. 212-216.
2. Технология возделывания картофеля в Северном Казахстане. (Рекомендации) //Северо-Казахстанский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Астана 2010. – 26 с.
3. Верещагин Н.И. Современные машинные технологии для производства картофеля /Н.И. Верещагин, В.В. Зубков, С.С. Туболев и др. //Техника и оборудование для села. – 2009. – №7. – С. 16-17.
4. Kutschenreiter W. Kartoffeltechnik – Bewegung in der Nische //Neue Landwirtsch. – 2007. – №9. – P.45-47.
5. Гольцяпин В.Н. Современная техника для возделывания картофеля на выставке «Картофель. Россия – 2007» //Техника и оборудование для села. – 2007. – №10. – С. 43-46.
6. Гуков Я. С. Механико-технологическое обоснование энергосберегающих средств механизации обработки почвы в условиях Украины: Автореф. дис. доктора техн. наук. – Глеваха, 1998. – 33 с.
7. Полищук Ю.В. Обоснование технологических и конструктивных параметров рыхлителя с комбинированными рабочими органами для ос-

новой обработки многолетних трав: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Челябинск, 2003. – 20 с.

8. ГОСТ 20915-75. Методы определения условий испытаний. Государственный комитет стандартов СССР. М., 1975.

9. СТ РК 1559 -2006. Испытание сельскохозяйственной техники, машин и орудий для поверхностной обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей.

10. СТ РК 1560-2006. Испытание сельскохозяйственной техники, машин и орудий для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей.

11. СТО АИСТ 2.2-2006. техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки.

12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

13. Блохин, В.Г. и др. Под ред. Глудкина О.П. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов. – М.: Радио и связь, 1997. – 229 с.

*Polishchuk Yu.V. to. so-called, A.P. Mosquitoes m.n.c.
Kostanaysky branch of KazSRIMEA , Kostanay*

JUSTIFICATION OF DISTANCE BETWEEN PLOSKOREZHUSHCHIMIWORKING BODIES AND AXIS OF ROTATION FREZBARABANA

In the article are given results of theoretical and experimental investigation for substantiation of rational distance between subsurface working members and drum cutters rotation axis

УДК 004.43; 631.17

Жаңбырбаев А.Б., к.ф.-м.н., Найдено Е.В., инженер-системотехник, КазНИИМЭСХ; Аубакиров А.Е., магистрант, КазНУ им.аль-Фараби; г.Алматы

К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ БАЗ

В статье приведены результаты разработки программного инструментария для расширения пользовательских функций информационной системы с использованием базового элемента управления TreeView («Дерево»), позволяющих пользователю строить информационную базу без написания специального кода

В настоящее время широкое распространение получает класс информационных систем, целью которых является помощь пользователям, принимающим решение в сложных условиях. Их принято называть системами поддержки принятия решений (СППР). Их особенностью является тот факт, что результаты принимаемых решений оцениваются не по одному, а по совокупности многих показателей, рассматриваемых одновременно. В этих условиях число возможных решений, как правило, весьма велико, и выбор наилучшего из них "на глаз", без всестороннего анализа всех факторов изучаемого процесса, может привести к неадекватным решениям [1]. С этой точки зрения особую актуальность приобретают вопросы разработки комплекса программных элементов управления, с помощью которых пользователь может сам классифицировать и регистрировать в системе новые объекты исследования, а также давать их описания.

Одним из важных элементов СППР является информационная база данных, основное предназначение которой описание предметной области через систематизацию и классификацию ее объектов (сущностей, данных и т.п.) с использованием при этом показателей, характеристик, реквизитов и т.д. В нашем случае информационную базу организуем в виде иерархической модели базы данных, которая представляет собой строгий направленный граф (или дерево данных), в котором все узлы, кроме корневого, имеют обязательный один и только один родительский узел и в тоже время к ним могут относиться сколько угодно дочерних [2]. Визуализацию модели базы данных приведем на примере информационной базы «Механизация сельскохозяйственного производства» [3, 4] с использованием базового элемента управления TreeView, фрагмент программного кода для которого будет иметь следующий вид:

```
treeList=makelist();  
rootList=makelist();  
rc=insertC(rootList, 'Информационная база "Механизация"', -1, 'text');  
rootChild=makelist();
```

```

rc=insertL(rootList, rootChild, -1, 'children');
    part1=makelist();
    rc=insertC(part1, 'Техника сельскохозяйственного назначения', -
1, 'text');
rc=insertL(rootChild, part1, -1);
part1Child=makelist();
rc=insertL(part1, part1Child, -1, 'children');
    node1=makelist();
    rc=insertC(node1, 'Трактора', -1, 'text');
rc=insertL(part1Child, node1, -1);
...
rc=insertL(treeList,rootList,-1);
treeView1._addNodes(0, treeList, 'firstchild');
rc=dellist(treeList,'Y');

```

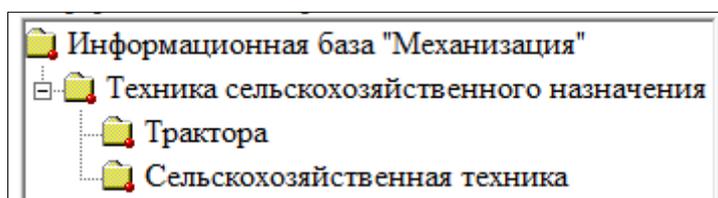


Рисунок 1 – Информационная база, созданная через программный код

При использовании базового элемента управления TreeView пользователю фактически доступна только одна функция: двойным щелчком мышки раскрывать или сворачивать узел дерева. Но у пользователя постоянно возникают моменты, когда в его работе необходимо произвести определенные действия, разрешения которых требует участие программиста-разработчика. Например: если в вышеприведенном фрагменте информационной базы раздел «Трактора» необходимо продолжить подразделом «Трактора колесные», то понадобится дописывать соответствующий программный код, что требует специальных знаний. Другие возможные действия, необходимые пользователю в работе:

- вставить новый узел после или дочерним к выбранному узлу, присваивая ему уникальный идентификатор и сохраняя привязку к родительскому;
- «привязать» к узлу определенную информацию с возможностью ее просмотра/редактирования;
- сохранять уникальность узла дерева по наименованию в пределах одной ветки и разрешить по необходимости повтор в разных;
- оперативно найти узел по заданному условию, например по фрагменту наименования;
- отсортировать ветку дерева в необходимом порядке;
- удалить узел дерева вместе с дочерними;
- скопировать узел вместе с дочерними;

• при повторном открытии информационной базы перейти курсором на тот узел, на котором он находился при ее закрытии и т.д.

Для обеспечения возможности реализации вышеперечисленных пользовательских функций были разработаны следующие программные средства, расширяющие возможности базового элемента управления TreeView через настройку его атрибутов:

– **таблицы базы данных:**

Поле	Описание поля	Формат	Примечание
Metadict - глобальный справочник			
IDG	Глобальный идентификатор	15.	уникальный ключ
keyDict	Имя справочника	\$50.	ключевое поле
name	Наименование элемента	\$250.	
Metatehn – таблица метабазы (справочники информационной базы)			
keyDict	Имя справочника	\$50.	уникальный ключ
nameDict	Наименование справочника	\$250.	
Metatehn_user - метабаза пользователя (доступные справочники)			
IDuser	Код пользователя	6.	ключевое поле
keyDict	Наименование справочника	\$50.	ключевое поле
Treetehn_data - таблица дерева			
iconClosed		4.	
iconOpen		4.	
ID	Локальный идентификатор	15.	уникальный ключ
IDG	Глобальный идентификатор	15.	ключевое поле
IDP	Родительский идентификатор	15.	ключевое поле
sort	Порядковый номер	3.	
text	Наименование элемента (узла)	\$70.	

– **представление (view) treetehn_view:**

```
create view treetehn_view as
select t.IDG, t.ID, t.IDP, t.sort, t.iconClosed, t.iconOpen
      , t1.name as text label=" , t1.keyDict, t2.nameDict
from treetehn_data t, metaDict t1, Metatehn t2, Metatehn_user t3
where t.IDG^=. and t3.IDuser=&IDuser and t.IDG=t1.IDG
      and t1.keyDict=t2.keyDict and t1.keyDict=t3.keyDict;
```

– **основные атрибуты элемента управления myTree:**

```
myData = "treetehn_data"; myView = "treetehn_view"; myMetaBase = "Me-
tatehn"; myUserBase = "Metatehn_user";
```

– **вспомогательные (служебные) формы:**

Форма	Пояснение
EditMeta.frame, Frame_tab_dict.frame	Для ведения глобального справочника и метабазы пользователя
Frame_find.frame	Использование поисковой системы
Frame_info_work.frame	Показ служебной информации по узлу (элементу) дерева
Frame_paste_name.frame	Для вставки (дочернего) элемента
Frame_sort_list.frame	Для сортировки элементов выбранной ветки дерева

– **основные пользовательские методы элемента управления TreeView:**

Метод	Пояснение
_pasteName	Позволяет вставить в выбранное место (дочерний) элемент из метасправочника
_infoBase	Позволяет перейти к просмотру/редактированию прикрепленной информацию
_findSys	Вызывает поисковую систему
_showNodeTree	Оставляет на экране только часть дерева, начиная с выбранного узла
_showAllTree	Отображает все дерево, начиная с корня
_openAllChild	Раскрывает все дочерние ветки выбранного узла
_sortNode	Позволяет отсортировать элементы выбранной ветки в пользовательском порядке
_editIcon	Дает возможность поменять иконку элементов по всему справочнику, которому принадлежит выбранный узел
_editOneIcon	Дает возможность поменять иконку выбранного узла
_delAllChild	Удаляет все дочерние ветки выбранного узла
_delNode	Удаляет узел с дочерними ветками
_cutChildNode	Вырезает (помещает в служебную таблицу) дочерние элементы выбранного узла
_pasteChildNode	Вставляет дочерние элементы
_copyChildNode	Копирует дочерние элементы
_clearData	Очищает таблицу дерева от неиспользуемых записей
_myRefresh	Обновляет дерево (на экране)
_infoWork	Позволяет просмотреть служебную информацию по выбранному узлу
_selOneKey	Переводит курсор на узел с указанным идентификатором
_getFullKey	Позволяет получить полный ключ узла (идентификаторы всех его «родителей» до корня дерева)
_createTmpChild	Позволяет создать таблицу – «слепок» всей части дерева, начиная с выбранного узла

Используя вышеперечисленные инструментальные средства, пользователь может самостоятельно, без написания специального программного

кода, развивать информационную базу, расширяя ее новыми объектами исследования и их показателями.

На рисунке 2 показан результат создания информационной базы «Механизация сельскохозяйственного производства» на примере информатизации процессов инженерно-технологического обеспечения сельскохозяйственного производства с использованием предлагаемого программного инструментария.

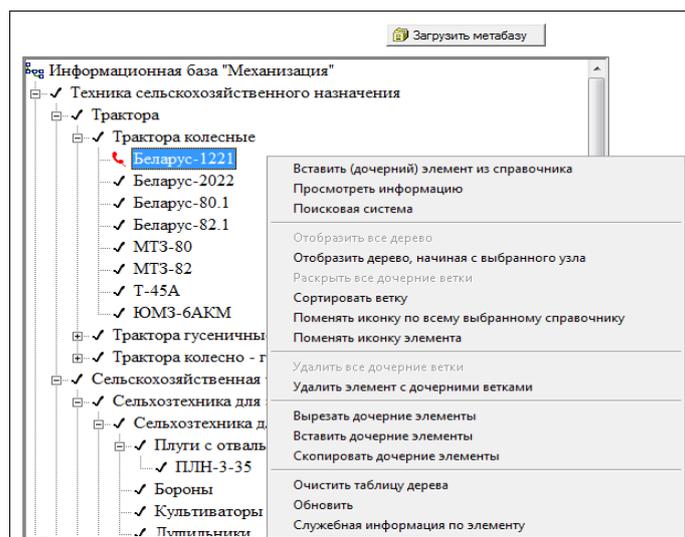


Рисунок 2 – Информационная база, созданная через инструментальные средства без написания специального кода

Дальнейшее развитие информационной базы будет заключаться в создании тематических витрин данных для описания количественных показателей объектов исследований.

Литература

- 1 Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс]. URL: <http://bourabai.ru/tpoi/dss.htm>.
- 2 Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных. – 8-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1328 с.
- 3 Андрианов В.Е., Алтыбаев А.Н. и др. Система машинных технологий и машин для возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Южного Казахстана. Рекомендации. – Алматы, 2009.
- 4 Алтыбаев А.Н., Омар Д. Разработка базы данных по техническим средствам для механизации овощеводства //Материалы Международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы научных исследований по картофелеводству, овощеводству и бахчеводству», посвященной 65-летию со дня основания Казахского НИИ картофелеводства и овощеводства (Алматы, 2011 г.). – Алматы, 2011.

УДК 631.362.333

*Семибаламут А.В., к.т.н., Бирюков Н.М., в.н.с., Шипотько В.Н., м.н.с.
Костанайский филиал ТОО «КазНИИМЭСХ», г. Костанай*

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА МАШИНЫ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В статье приведены результаты агротехнической, энергетической, эксплуатационно-технологической и экономической оценки экспериментального образца машины для предварительной очистки зернового вороха

В настоящее время вопрос своевременной и качественной предварительной очистки зернового вороха для сельхозтоваропроизводителей является актуальным. Применяемые для этих целей зерноочистительные машины МПО-50, V15 «Petkus», скальператоры БС-70, А1-Б32-0 и др. производительностью от 50 до 150 т/ч используются в основном в составе очистительных линий и выделяют из вороха лишь крупные и легкие примеси. Решетно-воздушные зерноочистительные машины СВТ-40, ОЗФ-50, U12 «Petkus», БСХ-100 способны качественно выполнять предварительную очистку зернового вороха, но в условиях сильно засоренного и влажного вороха их производительность снижается в 1,5-2,0 раза в сравнении с паспортной. Все большее применение на предварительной очистке зернового вороха находят барабанные очистители Луч ЗСО-50 (Украина), УЗМ-50, ОЗБ-70 (Россия), рабочими органами которых являются пробивные или сетчатые цилиндрические решета [1]. Цилиндрические решёта просты и надёжны в эксплуатации, обеспечивают требуемую полноту выделения примесей, но при этом имеют ограниченную производительность (из-за тихоходного режима работы) и большие габаритные размеры. У однобарабанных очистителей Луч ЗСО, УЗМ в качестве рабочих органов используются пробивные решета, что не способствует росту производительности, так как их просеваемость на 30% ниже в сравнении с сетчатыми. Блочнорусные очистители имеют большие габариты и не вписываются в базовые мехтока хозяйств. Двухбарабанные очистители компактны по габаритам, но из-за того, что барабаны жестко связаны между собой, они работают в одном скоростном режиме, при этом рабочей является лишь четвертая часть решет, что в значительной степени ограничивает их производительность.

При разработке экспериментального образца машины для предварительной очистки зернового вороха были использованы решения, интенсифицирующие процесс сепарации - это разноскоростное направление вращения решет, различная угловая скорость, применение в качестве сепариру-

ющего рабочего органа плетеной сетки, площадь живого сечения которой на 40% выше в сравнении с пробивными решетками.

На рисунке 1 представлен экспериментальный образец машины для предварительной очистки зернового вороха, разработанный в КФ ТОО «КазНИИМЭСХ».



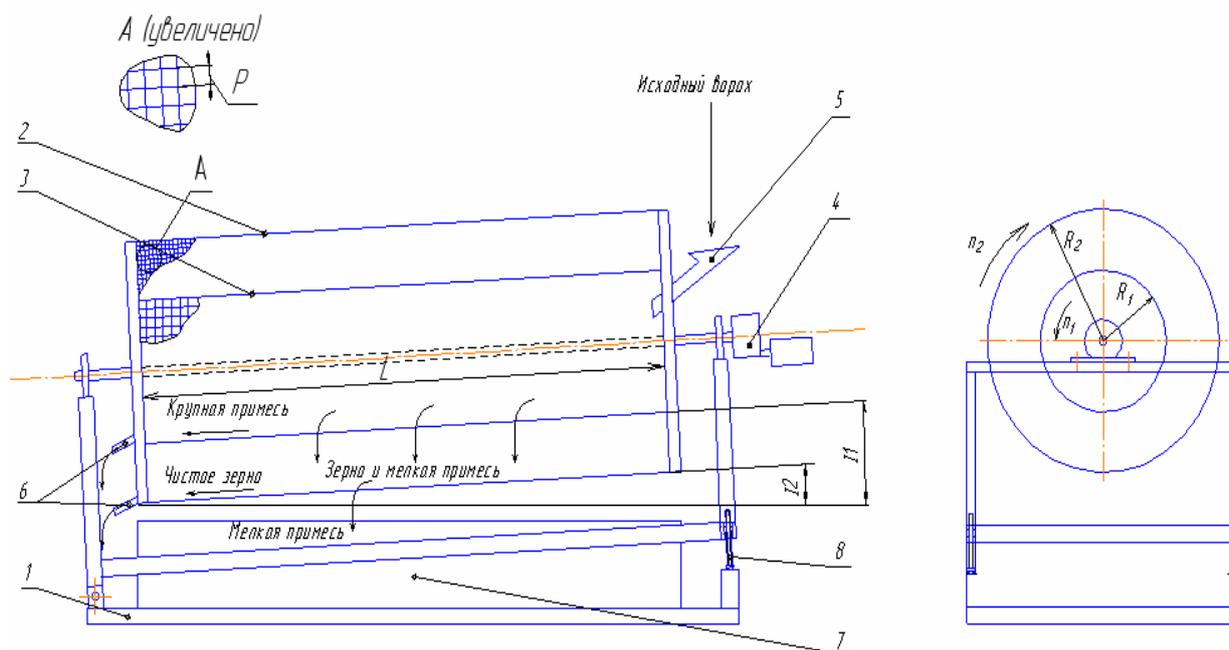
Рисунок 1 – Экспериментальный образец машины для предварительной очистки зернового вороха

Экспериментальный образец машины для предварительной очистки зернового вороха выполнен по двухбарабанной конструктивно-технологической схеме и включает в себя: раму 1, на которой установлено два барабана для отделения мелкой 2 и крупной примеси 3, мотор-редуктор 4 для привода барабанов, загрузочный 5 и выгрузные 6 лотки, бункер приёма фракции «мелкая примесь» 7, винты 8 для регулировки угла наклона барабанов, рисунок 2.

Технологический процесс предварительной очистки зернового вороха происходит следующим образом: исходный ворох подается в загрузочный лоток, который направляет его на внутреннюю поверхность барабана для отделения крупной примеси, в процессе сепарации крупная примесь сходом выводится за пределы внутреннего барабана, а зерно и мелкая примесь проходом попадают на внешний барабан. Вращаясь в противоположном направлении, внешний барабан отделяет проходом мелкую примесь, при этом чистое зерно сходом попадает в приемный бункер, мелкая примесь шнеком выводится за пределы машины в отдельную емкость.

Производственные испытания экспериментального образца машины для предварительной очистки зернового вороха проводились на предварительной очистке зернового вороха пшеницы «Омская 36» и ячмене «Убаган» при влажности зернового вороха - 15,2 и 16,1% соответственно, со-

держании сорной и зерновой примеси - 8,8 и 9,1%, натуре зерна - 758 и 605 г/л, массе 1000 зерен - 33,1 и 38,3 г.



1 – рама; 2 – барабан для отделения мелкой примеси; 3 – барабан для отделения крупной примеси; 4 – мотор-редуктор; 5,6 – загрузочный и выгрузные лотки; 7 – бункер приёма фракции «мелкая примесь»; 8 – регулировочный винт

Рисунок 2 – Конструктивно-технологическая схема машины для предварительной очистки зернового вороха

Оценка агротехнических, энергетических и эксплуатационно-технологических показателей выполнялась согласно СТО АИСТ 10.2, ГОСТ Р 52777, ГОСТ Р 52778 [2, 3, 4].

В результате агротехнической оценки установлено, что на пшенице требуемая полнота выделения примесей обеспечивается при подаче зернового вороха 45,3-50,5 т/ч и составляет 51,6-52,7%, при этом содержание зерна основной культуры в отходах не превышает допустимое (таблица 1). Дробление зерна при всех значениях подачи зернового вороха соответствует допустимому, степень забиваемости решет изменяется в пределах от 1,1 до 2,4%.

На предварительной очистке ячменя требуемая полнота выделения примесей обеспечивается при подаче 35,8-40,2 т/ч и составляет 50,2-51,5%, при этом содержание зерна основной культуры в отходах составляет 0,19-0,20%, что соответствует требованиям нормативной документации. Дробление зерна при всех вариантах подачи не превышает допустимого и составляет 0,04-0,06%, степень забиваемости решет не превышает 0,6%.

Таблица 1 – Агротехнические показатели экспериментального образца

Наименование показателя	Значение по НД	Культура					
		пшеница			ячмень		
		подача, т/ч					
		45,3	50,5	55,2	35,8	40,2	44,1
Содержание в очищенном материале, %:							
- семян основной культуры (чистота)	≥ 90	95,9	95,7	95,6	95,6	95,5	95,4
- солоmistых примесей до 50 мм	$\leq 0,2$	0,12	0,19	0,21	0,21	0,20	0,09
Дробление зерна, %	$\leq 0,1$	0,05	0,02	0,07	0,06	0,05	0,04
Содержание зерна основной культуры в отходах, %	$\leq 0,2$	0,17	0,19	0,26	0,19	0,20	0,33
Полнота выделения примесей, %	≥ 50	52,7	51,6	49,8	51,5	50,2	48,7
Степень забиваемости решёт, %	нет данных	1,1	2,1	2,4	0,1	0,6	0,3

В результате оценки энергетических показателей установлено, что при всех вариантах подачи зернового вороха средний коэффициент мощности $\cos \varphi_{\text{ср}}$ находится в пределах 0,55-0,57 (не превышает допустимой величины - 0,75). При номинальной подаче 50,5 т/ч удельные энергозатраты составляют 0,085 МДж/кг.

Проведена оценка эксплуатационно-технологических показателей работы экспериментального образца машины для предварительной очистки зернового вороха, результаты которой приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что при допустимых показателях качества очистки производительность за час основного времени составила 50,1 т, коэффициент использования сменного времени - 0,92, эксплуатационного - 0,89, что соответствует требованиям нормативной документации. Коэффициент надежности выполнения технологического процесса обеспечивается на уровне 0,98, что отвечает требованиям нормативной документации (не менее 0,95).

Оценку экономической эффективности использования машины для предварительной очистки зернового вороха проводили в сравнении с барабанным зерноочистителем ОЗБ-70 (Россия). Годовая экономия совокупных затрат денежных средств от применения машины для предварительной очистки зернового вороха в сравнении с аналогом составила 457,5 тыс. тенге, прямые эксплуатационные затраты ниже на 35,7%.

Результаты производственных испытаний показали, что экспериментальный образец машины для предварительной очистки зернового вороха по агротехническим и энергетическим показателям не уступает лучшим аналогам, при этом его производительность выше на 44,1%.

Таблица 2 – Показатели эксплуатационно-технологической оценки экспериментального образца

Наименование показателя	Значения по НД	Значение показателя
1. Место проведения испытаний	АО «Заря» Мендыкаринский район Костанайской области	
2. Условия работы:	Пшеница Омская 36	
а) культура, сорт		
б) влажность, %	до 35	16,2
в) засоренность, %	до 20	8,9
3. Режим работы:		
а) подача, т/ч:	50	50,1
б) частота вращения барабанов, мин ⁻¹ :		
- для отделения крупной примеси	40-47	47
- для отделения мелкой примеси	30-36	36
в) угол наклона барабанов, град:		
- для отделения крупной примеси	5-7	6-7
- для отделения мелкой примеси	7-9	8-9
4. Эксплуатационные показатели:		
Производительность, за 1 час времени, т:		
а) основного	не менее 50	50,1
б) сменного	не менее 45	46,1
в) эксплуатационного	не менее 44	44,6
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	не более 0,2	0,04
Число обслуживающего персонала, чел	1 оператор	1 оператор
5. Показатели качества выполнения технологического процесса:		
а) полнота выделения примесей, %:	не менее 50	51,7
б) содержание зерна основной культуры в отходах, %	не более 0,2	0,2
6. Коэффициенты:		
а) использования сменного времени	не менее 0,90	0,92
б) использования эксплуатационного времени	не менее 0,88	0,89
г) надежности технологического процесса	не менее 0,95	0,98

Литература

1. Оборудование и технологии для обработки зерна. Рекламный проспект фирмы «ОЛИС» (Украина), 2013 г. – 23 с.
2. СТО АИСТ 10.2-2004 Испытания сельскохозяйственной техники. Зерноочистительные машины и агрегаты, зерноочистительно-сушильные комплексы. Методы оценки функциональных показателей. – Введ. 2005-07-01. – М.:ФГНУ «РосНИИТиМ, 2004. – 51 с.
3. ГОСТ Р 52777-2007 Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. – Введ. 2007-11-13. – М.:ФГНУ «РосНИИТиМ, 2007. -9 с.
4. ГОСТ Р 52778-2007 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – Введ. 2007-11-13. – М.:ФГНУ «РосНИИТиМ, 2008. – 24 с.

Semibalamut A.V., Cand.Tech.Sci., Birukov N.M. Leading researcher, Shipotko V. N., junior researcher Kostanaysky branch of Kazakh research institute of mechanization and electrification of agriculture, Kostanay city

RESULTS OF WORK OF THE EXPERIMENTAL SAMPLE OF THE CAR FOR PRELIMINARY CLEANING OF GRAIN LOTS UNDER PRODUCTION CONDITIONS

Results of an agrotechnical, power, operational and technological and economic assessment of an experimental sample of the car for preliminary cleaning of grain lots are given in article.

УДК 621.31

Әлібек Н.Б., Джобалаева Г., Сағымбаева Ә.Қ.,*Қазақ ұлттық аграрлық университеті**Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті***ЫСТЫҚ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН
ҚОЛДАНЫЛАТЫН КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫНЫҢ
ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ**

Бұл мақалада күн коллекторларын пайдалану, құрастыру және тиімділігін арттыру мақсатында есептеулер жүргізу барысында туындайтын мәселелер мен оны шешу жолдары қарастырылды. Күн коллекторының энергетикалық теңгерілімнің негізгі теңдеулері қарастырылып, күн коллекторының температуралық градиенті және шығын коэффициенті анықталды. Сонымен қатар элемент ұзындығының толық жылу беру коэффициенті, коллектор тиімділігі мен байланыс тәуелділігі анықталып ұсынылды. Кілт сөздер: күн коллекторлары, энергетикалық теңгерілім, толық жылу беру коэффициенті

Энергетикалық қорларды тиімді пайдаланудың бірден бір оңтайлы жолы экологиялық таза және қайта жаңғыртылатын энергия көздерін пайдалану болып отыр. Солардың ішінде күн энергиясы маңызды қорға ие. Сондықтан да күн энергиясын түрлендіруге арналған технологиялар мен техникалық құралдарды құрастырып, өндіріске енгізу маңызды тапсырмалардың бірі болып табылады.

Содықтан да қазіргі уақытта қолданылып жүрген және жаңа ГК жасауға бағытталған зерттеулер жүргізудің халық шаруашылығында маңызы зор.

Энергетикалық теңгерілімнің негізгі теңдеулері. Күн коллекторының жұмыс режимі келесі энергетикалық теңгерілімнің теңдеуімен анықталады.

$$A_c \{ [HR(\tau\alpha)]_b + [HR(\tau\alpha)]_d \} = Q_u + Q_L + Q_s \quad (1)$$

мұндағы: H – кез–келген бағытқа бағытталған аудан бірлігіне түсетін күн сәулесі арынының тығыздығы (тура немесе шашыраңқы); R – тура немесе шашыраңқы күн сәулесі арынының тығыздығының кез – келген бағытқа жазықтықта бағытталған күн коллекторының шағылысу арынының тығыздығы*; $(\tau\alpha)$ – тура немесе шашыраңқы күн сәулесін келтірілген жұту қабілеттілігі; A_c – коллектордың ауданы; Q_u – Күн коллекторындағы жұмысшы сұйыққа берілген жылу арыны (пайдалы жылу); Q_L – шағылысу және конвекция, сондай ақ тіректер арқылы коллектордан қоршаған ортаға жоғалатын жылу шығыны; Q_s – Күн коллекторының жинайтын жылу арыны.

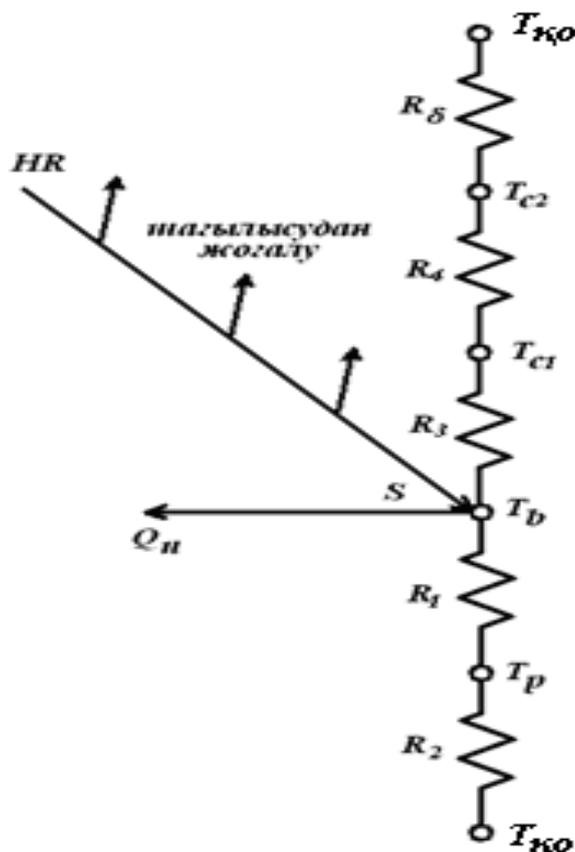
$$\eta = \frac{\int \frac{Q_u}{A_c} d\tau}{\int HR d\tau} \quad (2)$$

Күн коллекторын жетілдіруу уақыт бірлігі аралығында алынған пайдалы жылудың, сол уақыт бірлігі аралығында күн коллекторына түсетін күн сәулесі энергиясының қатынасына тең пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) арттыруға негізделеді

Күн коллекторларын мұқият зерттеп есептеулер өте қиын тапсырма екендігі баршаға анық. Алайда коллекторларды салыстырып талдау, өте бағалы нәтижелелер береді. Бұндай талдаулар бізге негізгі айнымалыларды анықтауға, бұл айнымалылардың бір-бірімен тәуелділіген және олардың күн коллекторы жұмыс режиміне әсерін анықтауға мүмкіндік береді.

Күн коллекторларында орындалатын процесстердің математикалық сипатын түсіну үшін битумды күн коллекторының температуралық градиентін қарастырайық.

Битумды гелиоколлектордың қоршаған ортамен толық жылу алмасуы 1-суретте келтірілген. T_p температуралы битумды абсорбер S энергиялы күн радиациясын сіңірсін.



$T_{к0}$ - қоршаған орта температурасы; R_1 - жылу оқшаулағыштың термиялық кедергісі;
 $R_2=0$ қоршаған ортаға конвекциялы шағылысу кедергісі

Сурет 1 – Битумды гелиоколлектордың жылулық сызбасы

Коллектор түп негізінен жоғалатын жылу:

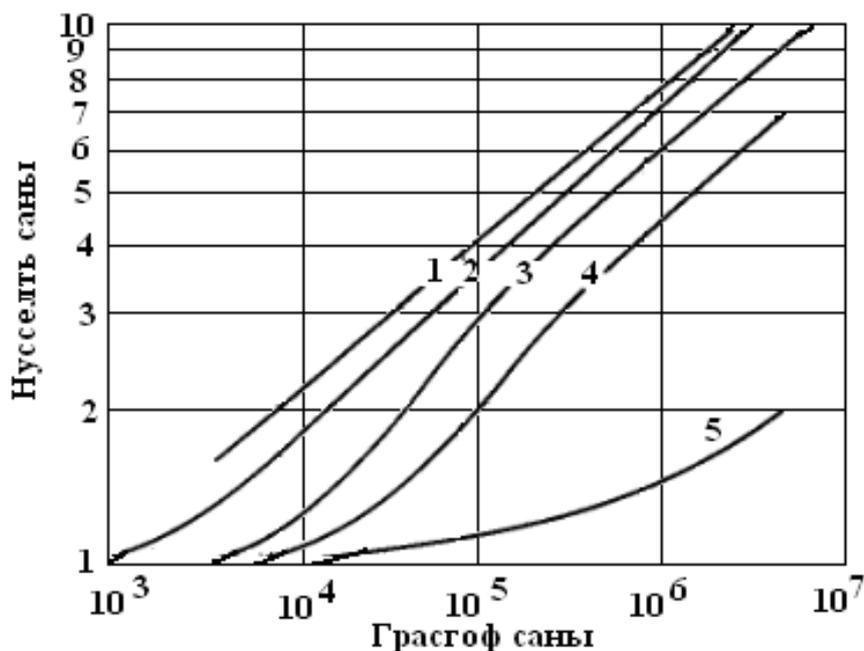
$$U_{АС.Ж.Ж.} = \lambda_{ОҚШ} / \delta_{ҚАЛ} \quad (3)$$

λ және δ сәйкесінше оқшаулағыштың жылу өткізгіштігі мен қалыңдығы.

Көптеген гелиоколлектордың бүйір бетінен жоғалатын жылу шығынын есептеу өте қиын да күрделі екендігі анық. Бірақ та бүйір бет жылу оқшаулағыштың қалыңдығын астының жылу оқшаулағышының қалыңдығымен бірдей етіп алуды ұсынады. Сонда бүйір бетінен жоғалатын жылу мөлшері гелиоколлектордың периметріне қатысты тұрақты деп қарастыруға болады [1].

Коллектор бетінен жоғалатын жылу әйнектерден шағылысудан және екі әйнек арасындағы конвекциядан тұрады. Себебі битум әйнекке толық жабысатындықтан арасында ауа қалмайды және есепті жеңілдету үшін панел мен бірінші әйнек температурасын тең деп қабылдаған дұрыс [1].

Белгілі бір көлбеу бұрышпен орналасқан екі пластина арасындағы жылу алмасу гелиоколлектордың жұмыс режиміне айтарлықтай ықпалын тигізеді. әр түрлі жарияланған зерттеулер арасынан ең сенімді мәліметтерді жұмыстан кездестіруге болады [2]. Х. Тейбор осы мәліметтерді өңдеп, көлбеудің немесе жылу ағынының бағытының бес мәні үшін Нуссельть Nu санының Грасгоф Gr санына қатынасын график түрінде ұсынды (2 сурет) [3].



Жылу ағынының бағыттары: 1 – жоғары; 2- 45° бойымен; 3 – жазық;
4- 45° бойымен төмен; 5 – төмен

Сурет 2 – Еркін конвекцияға арналған Нуссельть Nu санының Грасгоф Gr санына қатынасы

Нуссельть және Грасгоф сандары келесі өрнекпен табылады:

$$Nu = \frac{hL}{\lambda}, \quad (4)$$

$$Gr = \frac{g\beta\Delta TL^3}{\nu^2}, \quad (5)$$

мұндағы: h – жылу алмасу коэффициенті; L – пластина арасының қашықтығы; λ – жылу өткізгіштік коэффициенті; g – еркін түсу үдеуі; β – ауаның көлемдік ұлғаю коэффициенті; ΔT – пластиналар арасындағы температура айырымы; ν – кинематикалық тұтқырлық коэффициенті.

Ауа үшін Х. Тейбор келесі ұсынымдар белгілейді:

Пластиналар 45° бойымен көлбеу орналасып, жылу ағыны жоғары бағытталғанда $10^4 < Gr < 10^7$

$$Nu = 0,093 (Gr)^{0,31}. \quad (6)$$

Сондықтан да гелиоколлектордың бетінен әйнек арқылы жоғалатын жылу мөлшері:

$$q_{\text{ЖОКАЛУ}} = h_{\text{ПАН} - 2} (T_{\text{ПАН}} - T_{2}) + \frac{\delta (T_{\text{ПАН}}^4 - T_{2}^4)}{\left(\frac{1}{\varepsilon_{\text{ПАН}}}\right) + \left(\frac{1}{\varepsilon}\right) - 1}, \quad (7)$$

мұндағы: $h_{\text{ПАН} - 2}$ – екі әйнек арасындағы конвективті жылу алмасу; ε – қаралық дәрежесі; h – жылу беру коэффициенті. немесе:

$$q_{\text{ЖОКАЛУ}} = (h_{\text{ПАН} - 2} + h_{r1}) (T_{\text{ПАН}} - T_{J2}), \quad (8)$$

мұндағы: $h_{r1} = \delta (T_{\text{ПАН}} + T_{2}) (T_{\text{ПАН}}^2 + T_{2}^2) / [(1 / \varepsilon_{\text{ПАН}}) + (1 / \varepsilon_{\text{АЙН}}) - 1]$

Онда термиялық кедергіні (R_{δ}) мына теңдеумен анықтаймыз:

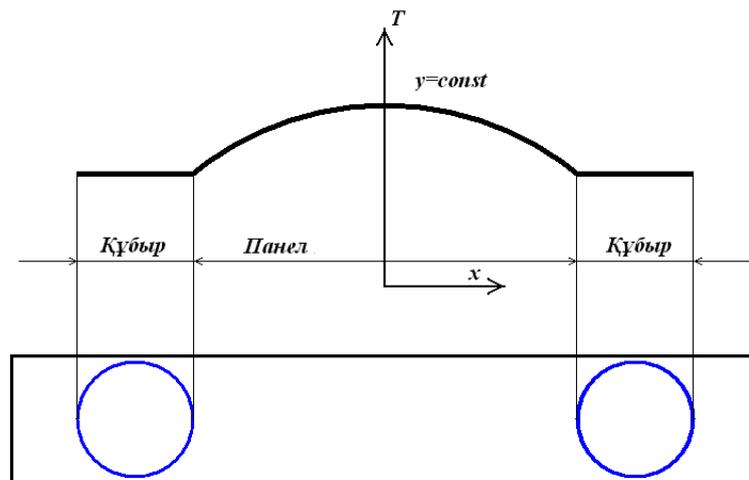
$$R_{\delta} = \frac{1}{h_{\text{ПАН} - c1} + h_{r1}}. \quad (9)$$

Күн коллекторының температуралық градиенті. Абсорбермен жұтылатын күн сәулесі энергиясы битум бойымен жылу беріліс арқылы құбыр қабырғасына беріледі. Сол себепті құбыр аралығының температурасы құбыр маңының температурасынан жоғары болады (3-сурет). Құбырдың үстіңгі беті температурасы, битумның құбырға сенімді түрде желімделуі нәтижел есінде тұрақты болады [4].

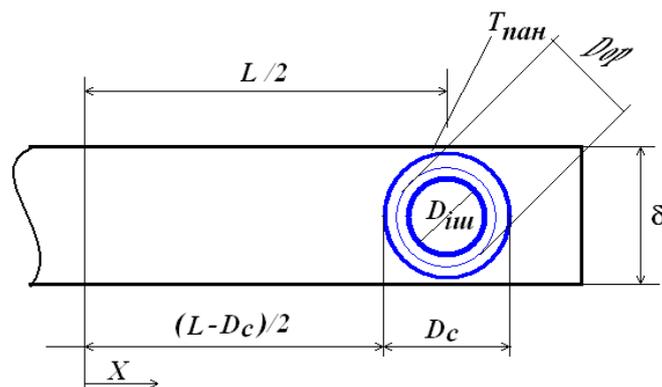
Бұл есептеулерді жеңілдету үшін үрдістің физикалық мәнін жоймайтындай келесі болжамдарды қабылдауға болады.

1. Жұмыс режимі дербес;
2. Битумды абсорберлі күн коллекторы қарастырылады;
3. Коллектор, жылу тасымалдағыш температурасын бүкіл құбыр бойына бірдей таралуын қамтамасыз етеді;

4. Әйнек пакет арқылы өтетін жылу арыны бір текті.



Сурет 3 – Жұту панеліндегі температураның таралуы



$L_{\text{пан}}$ -құбырлар арасының ұзындығы; D_c - құбырдың сыртқы диаметрі; D_{op} - құбырдың орташа диаметрі; $T_{\text{пан}}$ -панел температурасы; $D_{ш}$ - құбырдың ішкі диаметрі; δ -битум қалыңдығы

Сурет 4 – Жұту панелінің өлшемдері

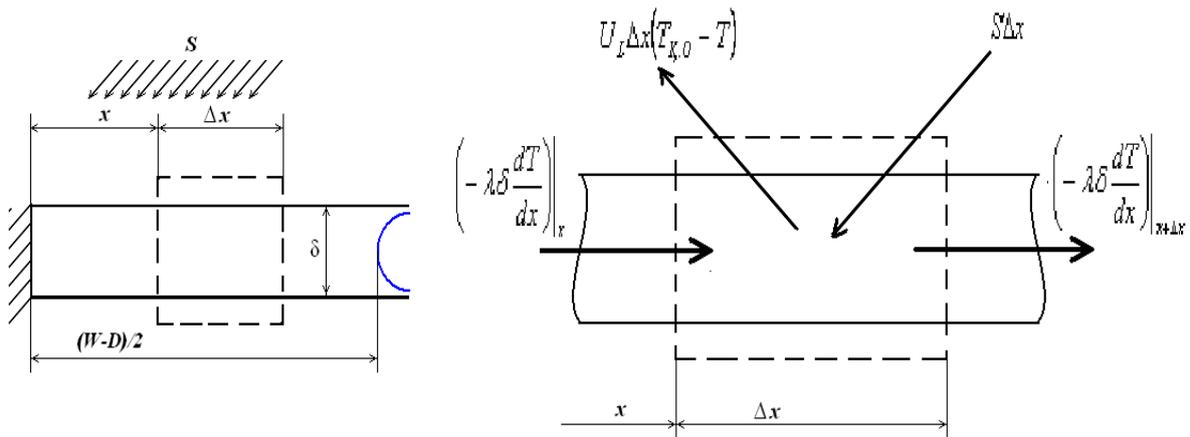
Екі құбыр арасындағы температураның таралуын, температура градиенті мен ағын бағыты уақыт бірлігінде өте аз дап қабылдап табуға болады. Жұту панелінің өлшемдері 28-суретте көрсетілген.

Жұту панелінің ені Δx болатын бірлік өшемін бөліп алып қарастырайық (5-сурет).

Бұл элементтегі энергия теңгерілімінің теңдеуі келесі түрде өрнектеледі:

$$S \Delta x + U_L \Delta x (T_{\text{с.о}} - T) + \left(-\lambda \delta \frac{dT}{dx} \right) \Big|_x - \left(-\lambda \delta \frac{dT}{dx} \right) \Big|_{x+\Delta x} = 0 \quad (10)$$

Мұндағы: U_L - элемент ұзындығының толық жылу беру коэффициенті.



Сурет 5 – Элемент қабырғасына арналған энергия теңгерілімі

Теңдеудің екі жағын да Δx бөліп және $\Delta x \rightarrow 0$ ұмтылатынын ескере отырып келесі теңдеуді аламыз:

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = \frac{U_L}{\lambda \delta} \left(T - T_{k.o} - \frac{S}{U_L} \right). \quad (11)$$

Бұл екінші реттік дифференциалдық теңдеудің шекті шарттары берілген нақты температура болып табылады.

$$\left. \frac{dT}{dx} \right|_{x=0} = 0; \quad T \Big|_{x=(L-D)/2} = T_b. \quad (12)$$

Құбырға битум арқылы жылу өткізгіштік арқылы берілетін бірлік өшеміндегі жылу ағыны, Фурье заңына сәйкес:

$$q_{\text{БИТ}}^1 = \left(-\lambda \delta \frac{dT}{dx} \right) \Big|_{x=(W-D)/2} = \frac{\lambda \delta m}{U_L} [S - U_L (T - T_{k.o})] thm \frac{L_{\text{БИТ}} - D_{\text{OP}}}{2}. \quad (13)$$

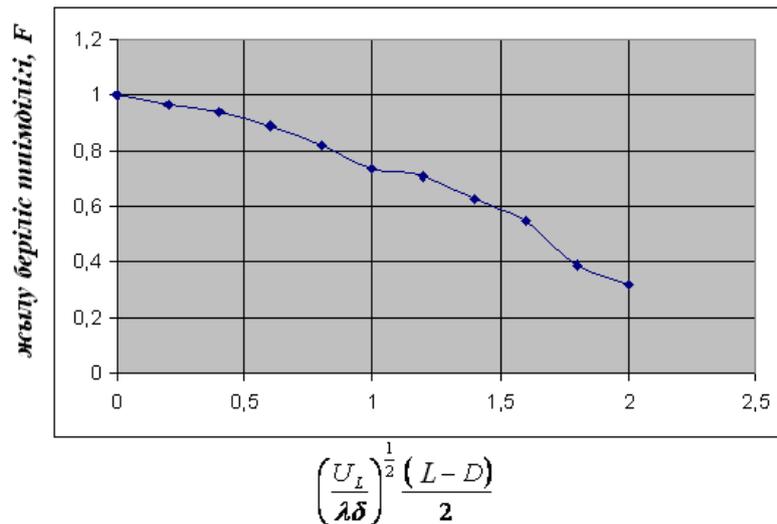
$$\text{Мұндағы: } \frac{\lambda \delta m}{U_L} = \frac{1}{m}$$

16 теңдеуінде құбырға бір жағынан ғана берілетін жылу ескерілген. Екі жақтан берілетін кездегі теңдеуі:

$$q_{\text{БИТ}}^1 = (L_{\text{БИТ}} - D_{\text{OP}}) [S - U_L (T - T_{k.o})] \frac{thm \frac{L_{\text{БИТ}} - D_{\text{OP}}}{2}}{t \frac{L_{\text{БИТ}} - D_{\text{OP}}}{2}}. \quad (14)$$

$$F = \frac{thm \frac{L_{\text{БИТ}} - D_{\text{OP}}}{2}}{t \frac{L_{\text{БИТ}} - D_{\text{OP}}}{2}} - \text{жылу беріліс тиімділігі.}$$

Есептеулер нәтижеесінде жылу беріліс тиімділігінің элемент ұзындығының толық жылу беру коэффициентіне байланысты (1 кесте) тәуелділігі анықталды (6- сурет).



Сурет 6 – Жылу беріліс тиімділігінің элемент ұзындығының толық жылу беру коэффициентіне байланысты тәуелділігі

Жылу беріліс тиімділігін ескере отырып, коллектормен жұтылған бірлік ұзындығындағы пайдалы энергия сұйық ағынына қарай бағытталады. Онда (14) теңдеуді былай жазуға болады:

$$q_{\text{БИТ}}^1 = (L_{\text{БИТ}} - D_{\text{ОР}})F + D_{\text{ОР}} [s - U_L (T - T_{\text{К.О}})] \quad (15)$$

Кесте 1 – Элемент ұзындығының толық жылу беру коэффициенті

$\left(\frac{U_L}{\lambda \delta}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{(L-D)}{2}$	F - жылу беріліс тиімділігі.	$\left(\frac{U_L}{\lambda \delta}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{(L-D)}{2}$	F - жылу беріліс тиімділігі.
0,2	0,97	1,2	0,73
0,4	0,96	1,4	0,63
0,6	0,88	1,6	0,54
0,8	0,82	1,8	0,39
1,0	0,75	2,0	0,32

Ең соңында жылулық сұйыққа беріледі. Жылулықтың сұйыққа берілуіне құбыр қабырғысының кедергісі бөгет болады. Бұл жағдайларды ескеріп пайдалы энергия мен кедергіні келесі теңдеуде байланыстырамыз:

$$q_{\text{БИТ}}^1 = \frac{T_{\text{ПАИ}} - T_{\text{СҮЙ}}}{\frac{1}{h_{\text{СҮЙ}} \pi D_{\text{ИИ}}}} \quad (16)$$

Келтірілген теңдеулерден (15,16) келесі теңдеуді қорытып шығаруға болады:

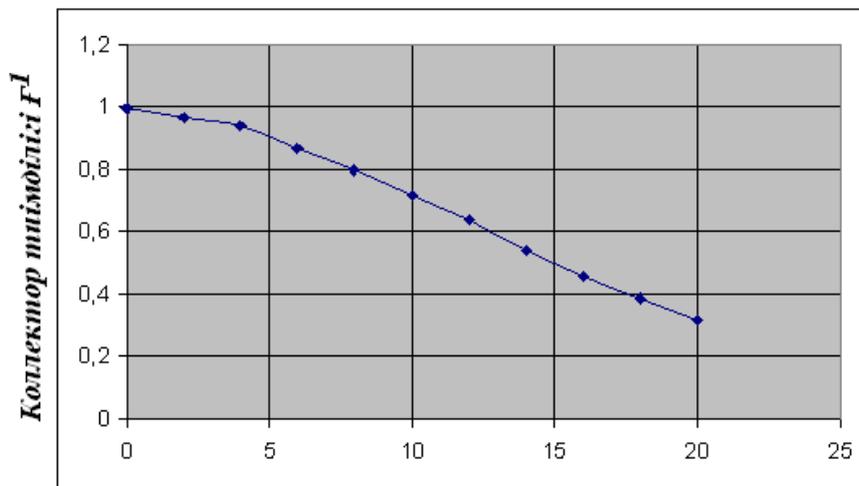
$$q_{\text{БИТ}}^1 = LF^{-1} [s - U_L (T_{\text{СҮЙ}} - T_{\text{К.О}})], \quad (17)$$

мұндағы:

$$F^1 = \frac{1/U_L}{L \left[\frac{1}{U_L [D_{op} + (L - D_{op})F]} + \frac{1}{\pi D_{III} h_{c_{yü}}} \right]} =$$

$$= \frac{1/12,5}{L \left[\frac{1}{12,5 [0,014 + (0,16 - 0,014)1,1]} + \frac{1}{3,14 \cdot 0,014 \cdot 1000} \right]} = 0,051$$

Нәтижесінде коллектор тиімділігі мен байланыс тәуелділігі (2 кесте) анықталды (7- сурет).



Құбырлардың ара қанықтығы, см

Сурет 7 – Коллектор тиімділігі мен құбырлар арасы адымының байланыс тәуелділік

Кесте 2 – Коллектор тиімділігі мен байланыс тәуелділігі

құбырлар арасы адымы	F^1 –коллектор тиімділігі:	құбырлар арасы адымы	F^1 –коллектор тиімділігі:
2	0,97	12	0,66
4	0,96	14	0,54
6	0,87	16	0,51
8	0,80	18	0,38
10	0,74	20	0,33

Күн коллекторын жетілдіру уақыт бірлігі аралығында алынған пайдалы жылудың, сол уақыт бірлігі аралығында күн коллекторына түсетін күн сәулесі энергиясының қатынасына тең пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) арттыруға негізделген есептеу жұмыстарын жүргізу барысында төмендегі нәтижелерге қол жеткіздік.

- Белгілі бір көлбеу бұрышпен орналасқан екі пластина арасындағы жылу алмасу гелиоколлектордың жұмыс режиміне айтарлықтай ықпалын тигізеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Бекман У., Клейн С., Дж. Даффи. Расчет систем солнечного тепло-снабжения. – М.: Энергоиздат, 1982. – 76 с.
2. Жамалов А.Ж., Умбетов Е.С. Опыт разработки гелиоколлекторов для горячего водоснабжения //Перспективы развития солнечной энергетики в Казахстане. Ассоциация вузов РК., Институт мирового рынка, КазНТУ им. К.Сатпаева. – Алматы, 2004. – С.133-136.
3. Беглиев Х.А. Разработка, создание и исследование систем горячего водоснабжения для стационарных потребителей. Автореф.дис. канд. Ашхабад, 1988.
4. Ходжиев А.А. Исследование теплотехнических характеристик модуля гелиоприемника в условиях высокогорья. Автореф... Ашхабад, 1990.

Alibek N., Dzhobalaeva G. Sagymbaeva A.

INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF SOLAR COLLECTORS FOR HOT WATER SUPPLY

The article examined ways to increase the energy efficiency of solar collectors for hot water supply to the consideration of questions of embodiment in view of the temperature gradient and the coefficient of thermal energy loss .

Keywords: solar collectors , energy balance, overall heat transfer coefficient .

Әлібек Н.Б., Джобалаева Г., Сағымбаева Ә.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В статье рассмотрены пути повышения энергетической эффективности солнечных коллекторов для горячего водоснабжения с рассмотрением вопросов конструктивного исполнения с учетом температурного градиента и коэффициента потерь тепловой энергии.

Ключевые слова: солнечные коллекторы, энергетический баланс, коэффициент полной теплопередачи.

УДК 628.336 (088.8)

Барков В.И., д.т.н., Калиаскаров М., д.т.н., профессор, Әмірсейіт С.Қ.
КазНИИМЭСХ, г. Алматы

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ, МНОГОУРОВНЕВОЙ МЕШАЛКИ ДЛЯ ГЕЛИОБИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

В статье приведены результаты разработки комбинированной, многоуровневой мешалки для биореактора гелиобиогазовой установки. Разработана методика расчета мешалки с учетом конструктивно-геометрических соотношений, критерия мощности и симплекса геометрического подобия. Результаты экспериментальных исследований подтверждают эффективность применения данной мешалки

Использование гелиобиогазовых установок позволяет использовать местные ресурсы солнечной энергии и при использовании этой энергии сэкономить горючее топливо и электроэнергию, получить высококачественное удобрение и биогаз [1,2].

Для эффективной работы гелиобиогазовой установки и поддержания стабильности процесса сбраживания субстрата в биореакторе необходимо периодическое перемешивание. Перемешивание способствует устранению периодически образующейся плавающей корки, а также равномерному распределению температуры и кислотности в объеме субстрата в биореакторе. При постоянном перемешивании субстрата осуществляется равномерное распределение находящихся в нем частиц навоза, различающихся по размеру, форме и плотности и концентраций микроорганизмов, что служит предпосылкой беспрепятственного роста ассоциаций анаэробных бактерий и эффективного протекания процесса брожения.

При проектировании важно правильно выбрать тип перемешивающего устройства и частоту его вращения, а также учитывать конструктивные особенности биореактора, которые в совокупности и определяют величину потребляемой мощности [2]. Для цилиндрического биореактора нами принята конструкция мешалки якорного типа [3]. Основные конструктивно-геометрические соотношения перемешивающих устройств якорного типа должны соответствовать требованиям РТМ-144-66 [3]: уровень субстрата в биореакторе $H_0 = D$; $D/d_m = 0,9 \dots 1,0$; $S/d_m = 0,01 \dots 0,06$.

Обозначения размеров мешалки приведены на рисунке 1.

Для расчета принимаем влажность навоза 93% [4], что соответствует плотности 1030 кг/м^3 , вязкости $0,15 \text{ Н}\cdot\text{с/м}^2$.

Реологические константы навоза и субстрата необходимые для расчета приведены в таблице 1.

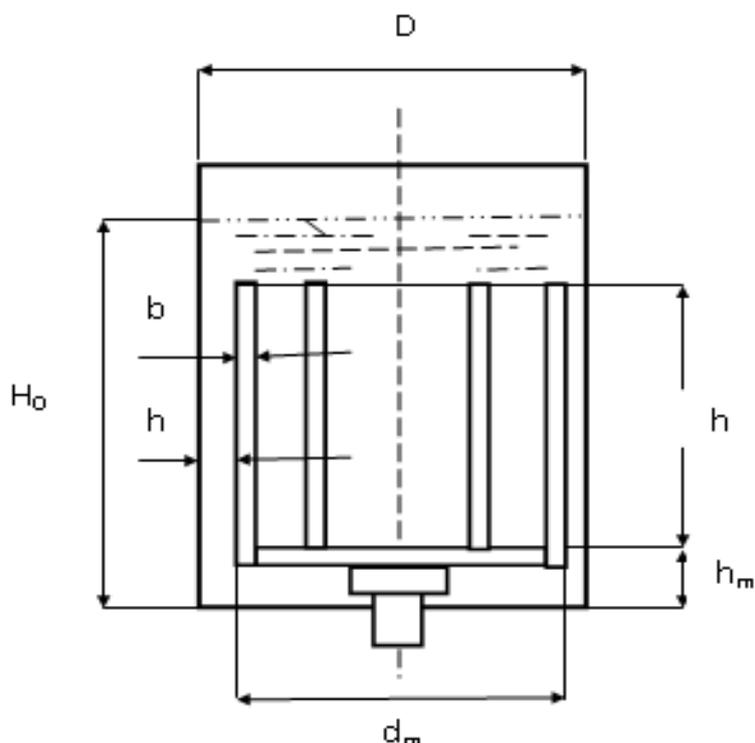


Рисунок 1 – Конструктивные размеры мешалки и биореактора

Таблица 1 – Реологические константы навоза и субстрата [3]

Влажность, %	Показатели					
	Плотность, кг/м ³	Вязкость, Н·с/м ³	Предельное напряжение сдвига, Н/м ²	Плотность, кг/м ³	Вязкость, Н·с/м ³	Предельное напряжение сдвига, Н/м ²
89	1140	0,8	32	1200	0,4	25
93	1020	0,21	2,1	1030	0,15	1,5
97	1012	0,05	2,1	1008	0,02	1,5
99	1005	0,008	2,1	1002	0,002	1,5

Выбор частоты вращения перемешивающего устройства. Для процесса перемешивания субстрата определяющая частота вращения мешалки n может быть найдена по следующей формуле [3]:

$$n = \frac{c}{\tau} = \frac{30}{60} = 0,5 \text{ сек}^{-1}, \quad (1)$$

где c – коэффициент, выбирается из таблицы 2; τ – продолжительность процесса определяется технологическими условиями, $\tau=60$ сек.

Симплекс геометрического подобия диаметра корпуса биореактора определяется [3]

$$\Gamma_D = \frac{D}{d_m} = \frac{2,39}{2,16} = 1,11, \quad (2)$$

где D – диаметр корпуса биореактора, $D=2,39$ м; d_m – диаметр мешалки, $d_m=2,16$ м.

Таблица 2 – Значения симплекса геометрического подобия диаметра корпуса биореактора и коэффициента «с» для перемешивающих устройств [3]

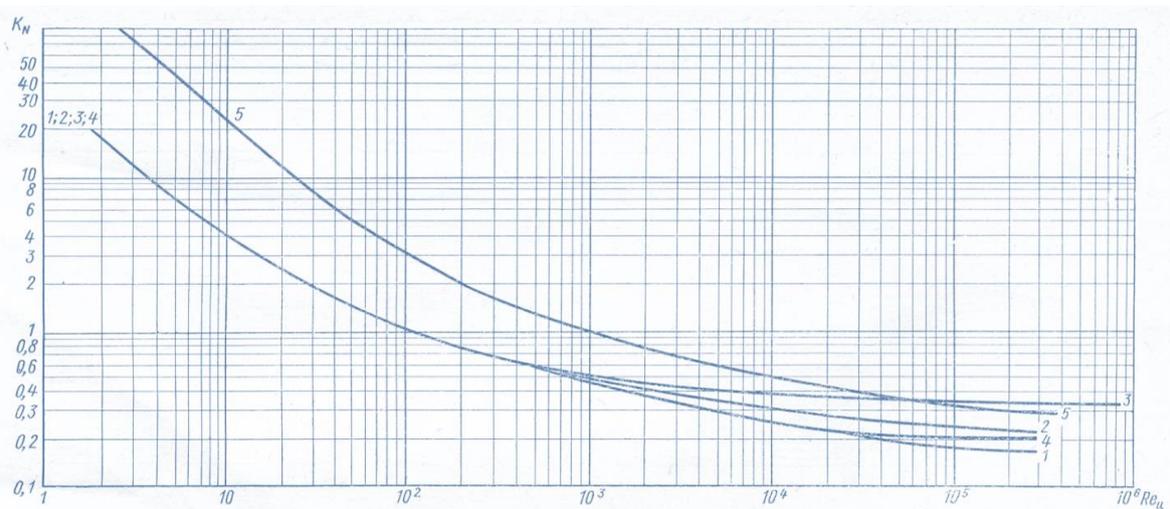
Тип перемешивающего устройства	Γ_D	$\tau n = c$
Лопастное	1,5	20,7
Лопастное с наклонными лопастями ($\alpha = 45^\circ$)	1,5 2	29 20,5
Листовое	1,15	30
Якорное	3...4	46...81,5
Турбинное закрытого типа	3...4	56...99,5
Турбинное открытого типа	3...4	96,5...170
Пропеллерное	3...4	66,2...118
Пропеллерное с направляющей трубой		

Расчет мощности, потребляемой мешалкой

Определение мощности, потребляемой мешалкой для перемешивания субстрата, производится по формуле [3]

$$N = K_N \rho n^3 d_m^5 = 0,4 \cdot 1030 \cdot 0,5^3 \cdot 2,16^5 = 2421 \text{ Вт}, \quad (3)$$

где K_N – критерий мощности, $K_N = 0,4$ – для якорного и рамного перемешивающего устройства (рисунок 2), ρ – плотность субстрата, $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$ (таблица 1); n – частота вращения, $n = 0,5 \text{ сек}^{-1}$.



1 – пропеллерное перемешивающее устройство $\Gamma_D = 3$; 2 – пропеллерное перемешивающее устройство $\Gamma_D = 4$; 3 – пропеллерное перемешивающее устройство в аппарате с перегородками $\Gamma_D = 3-4$; 4 – пропеллерное перемешивающее устройство с направляющей трубой; 5 – якорное и рамное перемешивающие устройства $\Gamma_D = 1,15$

Рисунок 2 – Зависимости $K_N = f(Re_{ц})$ для перемешивающих устройств

Величина критерия мощности K_N зависит от центробежного критерия Рейнольдса $Re_{ц}$, симплекса геометрического подобия Γ_D , типа перемешивающего устройства и конструктивных особенностей аппарата.

Для различных типов нормализованных перемешивающих устройств графические зависимости $K_N = f(Re_{ц})$ приведены в рисунке 2 [3].

Центробежный критерий Рейнольдса определяется по формуле

$$Re_{ц} = \frac{\rho \cdot n \cdot d_M^2}{\mu} = \frac{1030 \cdot 0,5 \cdot 2,16^2}{0,15} = 0,1 \cdot 10^5 \quad (4)$$

где μ – вязкость навоза или субстрата, $\mu=0,15$ Н·с/м³ (таблица 1).

По полученному значению центробежного критерия Рейнольдса по зависимости 5 для якорных и рамных перемешивающих устройств (рисунок 2) определяем величину критерия мощности $K_N = 0,4$.

Выбор привода

Двигатель выбирается по мощности, потребляемой перемешивающим устройством при работе в установившемся режиме, с учетом механических потерь в уплотнении и редукторе и длительности пускового периода.

Мощность двигателя определяется по формуле [3]

$$N_g = \frac{K_{п} \cdot (N + N_c)}{\eta} = \frac{1,25 \cdot (2421 + 242)}{0,88} = 3783 \text{ Вт}, \quad (5)$$

где N – мощность, потребляемая перемешивающим устройством, $N = 2421$ Вт; N_c – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения в уплотнениях; η – к.п.д. редуктора (по каталогу завода-изготовителя), $\eta = 0,88$; $K_{п}$ – коэффициент запаса, учитывающий особенности пускового периода; $K_{п} = 1,25$ – для аппаратов без перегоронок.

Для сальниковых уплотнений с мягкой набивкой расчет мощности N_c производится по формуле [3]

$$N_c = 1,48 \cdot f \cdot n \cdot d^2 \cdot l \cdot p \text{ Вт}, \quad (6)$$

где p – рабочее давление в аппарате, Н/м²; $f = 0,2$ – коэффициент трения вала по мягкой набивке сальника; d – диаметр вала, м; l – длина набивки, м; n – частота вращения, сек⁻¹.

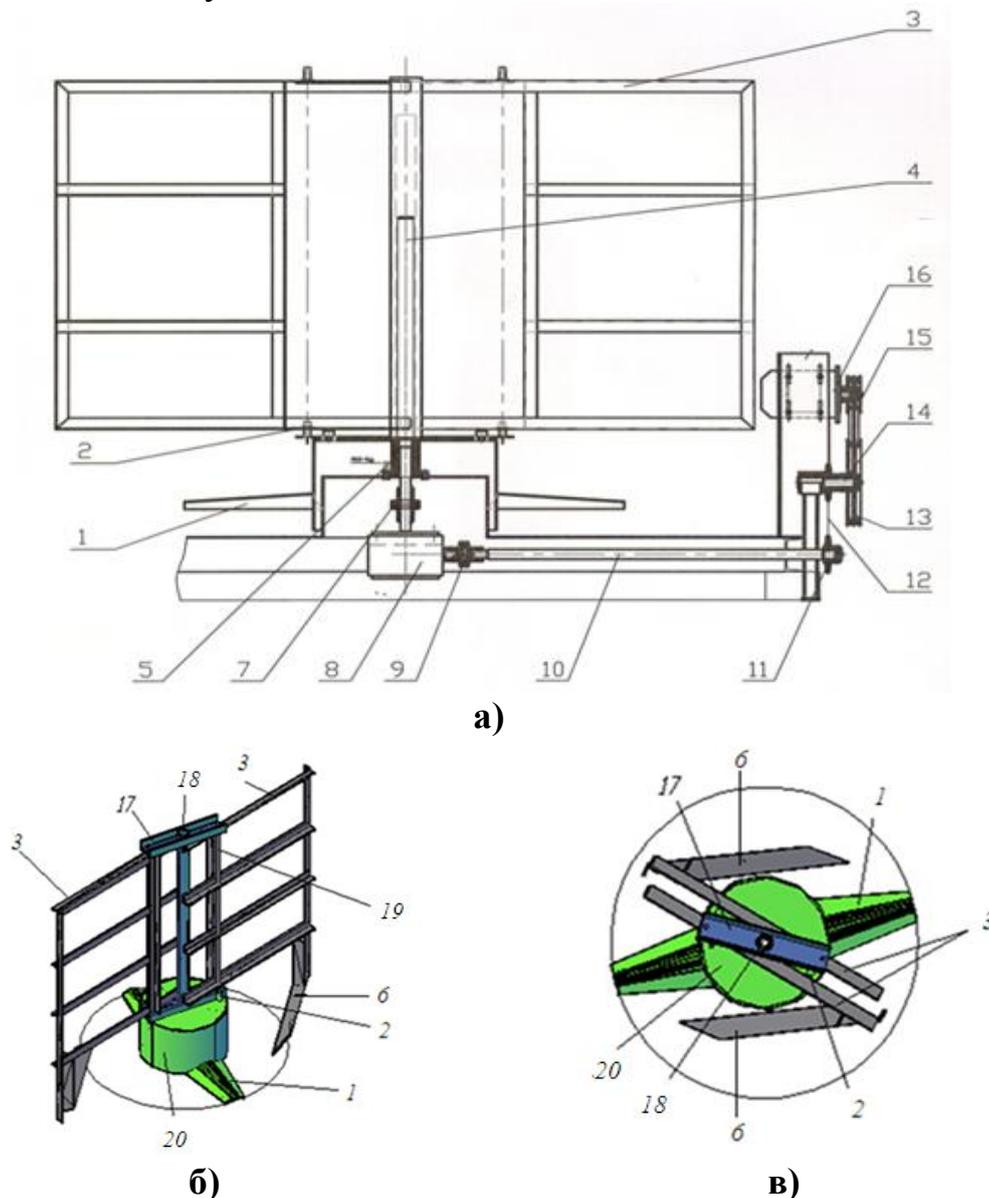
Для приближенного расчета потерь в торцовых уплотнениях можно принимать их равными 5...30 % от потерь в уплотнениях с мягкой набивкой.

Таким образом, в качестве привода мешалки в биореакторе принимаем асинхронный электродвигатель типа АИР-100S4, мощностью 4 кВт, режим работы – повторно-кратковременный не более 1ч в сутки.

Производственные испытания биогазовой установки БУ-5 [5] выявили недостатки мешалок других типов: неравномерное перемешивание субстрата по высоте, образование вязкого слоя шлама в нижней зоне объема биореактора, особенно на дне, что может привести к нарушению работы установки. Поэтому, для обеспечения равномерного распределения биомассы, состоящей из фракций с различной плотностью, во внутреннем

объеме биореактора нами разработана конструкция комбинированной (якорно-рамочной) мешалки с 3-уровнями перемешивания: жидкой фракции и разрушения корки в верхней зоне биореактора, более вязкого субстрата в средней зоне и вязкого шлама в нижней зоне.

На рисунке 3 показана конструкция комбинированной мешалки, которая принята за основу.



1 – лопасти; 2 – штифты; 3 – подвижные рамки; 4 – вал привода мешалки; 5 – сальник; 6 – ворошитель; 7 – муфта; 8 – редуктор; 9 – муфта; 10 – вал привода редуктора; 11 – звёздочка цепной передачи; 12 – цепь; 13 – шкив; 14 – ремень; 15 – шкив; 16 – электродвигатель привода мешалки; 17 – кронштейн; 18 – вертикальный вал; 19 – дополнительная ось; 20 – цилиндр

Рисунок 3 – Конструкция комбинированной, многоуровневой мешалки якорно-рамочного типа, состоящей из подвижных рамок, лопастей и ворошителей

Технический результат достигается за счет того, что комбинированная мешалка в биореакторе выполняется из рамок, ворошителей и лопастей, установленных на вертикальном валу со смещением, причем рамки закреплены на кронштейне, с возможностью поворота вокруг дополнительных осей и размещены в средней части объема реактора, а лопасти – у днища. А кронштейн установлен на вертикальном валу шарнирно с возможностью поворота на угол, ограниченный штифтами. Ворошители установлены на нижних частях рамок. Вал комбинированной мешалки связан с электродвигателем привода через цепную передачу и редуктор.

Комбинированная мешалка состоит из подвижных рамок 3 высотой 931 мм, шириной 1150 мм, установленных на кронштейне 17, угол поворота кронштейна на вертикальном валу 18 ограничен двумя штифтами 2 (рисунок 3). Рамки 3 на кронштейне 17 установлены с возможностью вращения вокруг дополнительных осей 19. На нижних частях рамок 3 установлены под углом 30° ворошители 6 длиной 725 мм, шириной 170 мм. У днища на цилиндре 20 установлены лопасти 1 длиной 432 мм, шириной у основания 256 мм, на концах 128 мм. Привод вала 18 мешалки осуществляется от цилиндра 20 через муфту электродвигателем 16 через цепную передачу 12 и редуктор 8.

При вращении в одну сторону рамки 3, встречая сопротивление вязкой среды субстрата, поворачиваются до упора и полностью раскрываются на диаметр 2160 мм и при вращении охватывают объем $-3,4 \text{ м}^3$ (рисунок 3б).

При вращении в противоположном направлении подвижные рамки 3 складываются до диаметра 1250 мм и охватывают объем $-1,14 \text{ м}^3$. При этом ворошители 6 перемещаются ближе к центру биореактора, что снижает сопротивление среды в случае высокой вязкости субстрата и обеспечивает более равномерное перемешивание биомассы и исключает ее налипание на одну из сторон (рисунок 3в). Затем мешалка меняет направление вращения, рамки 3 раскрываются и перемешивают весь объем.

Лопатки 1 при вращении у днища в обоих направлениях охватывают зону диаметром 1375 мм.

Экспериментальный образец гелиобиогазовой установки состоит из биореактора, газгольдера, гелиоколлекторов, топливного котла и щита управления и автоматики.

Биореактор состоит из цилиндрического корпуса, крышки с гидрозатвором, теплообменника в виде водяной рубашки, комбинированной мешалки. Теплообменник установлен в нижней части корпуса биореактора и предназначен для нагрева и поддержания заданной температуры. К теплообменнику подключен блок ТЭНов с терморегуляторами, мощностью 6 кВт.

Результаты экспериментальных исследований работы мешалки приведены на рисунках 4-6. Зависимости давления в газгольдере и выхода биогаза от режима работы мешалки приведены на рисунках 4, 5.

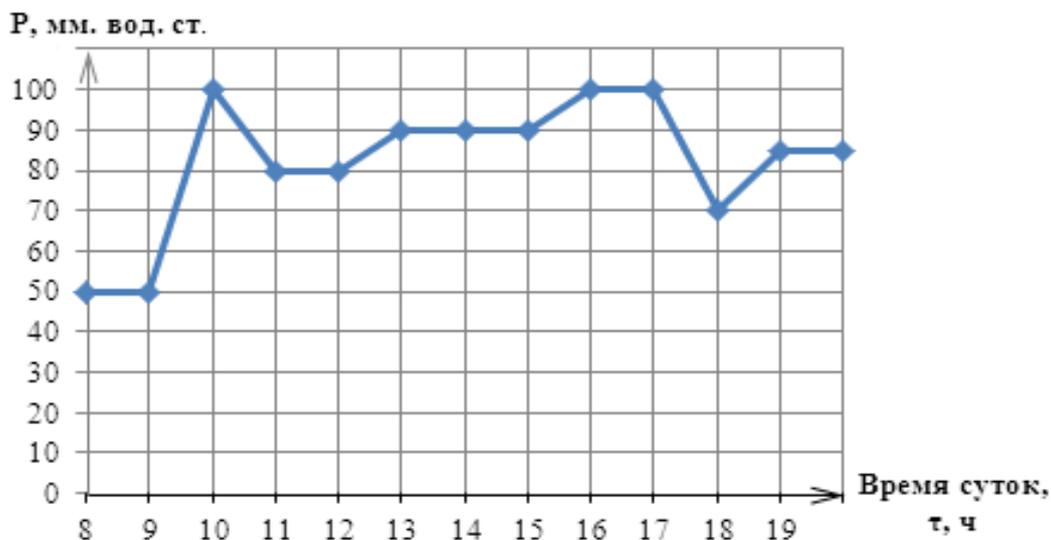


Рисунок 4 – Зависимость давления в газгольдере от режима работы мешалке

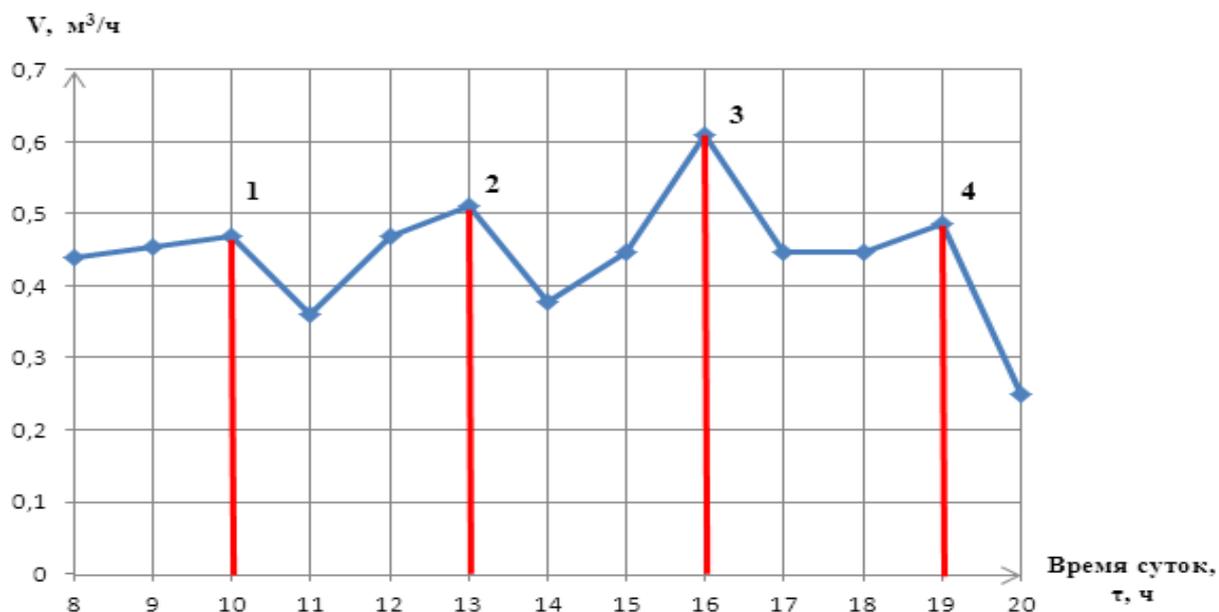


Рисунок 5 – Зависимость выхода биогаза от режима работы мешалке

Анализ данных показывает, что после каждого включения мешалки в течение 5 минут каждые 3 часа 4 раза в сутки - 9, 12, 15, 18 часов, давление в газгольдере увеличивается, соответственно на 50, 10, 10, 15 мм вод.ст. за счет интенсификации газовыделения (рисунок 4).

Выход биогаза после каждого включения мешалки также увеличивается, соответственно на 0,469; 0,511; 0,611; 0,487 м³/ч (рисунок 5, соответственно точки 1,2,3,4).

Сравнение суточного выхода биогаза при работе мешалки первые 7 суток после запуска биореактора, а затем после ее отключения говорит о

том, что без перешивания субстрата в биореакторе суточный выход биогаза снижается с 12 м³/сут. в течение 4 суток до 6 м³/сут. (рисунок 6). Эти данные согласуются с результатами исследований Осмонова О.М. [6] показывающие, что наличие перемешивания сбраживаемой биомассы увеличивает выход биогаза почти в 1,5 раза, за время работы биореактора в течение 18 суток.

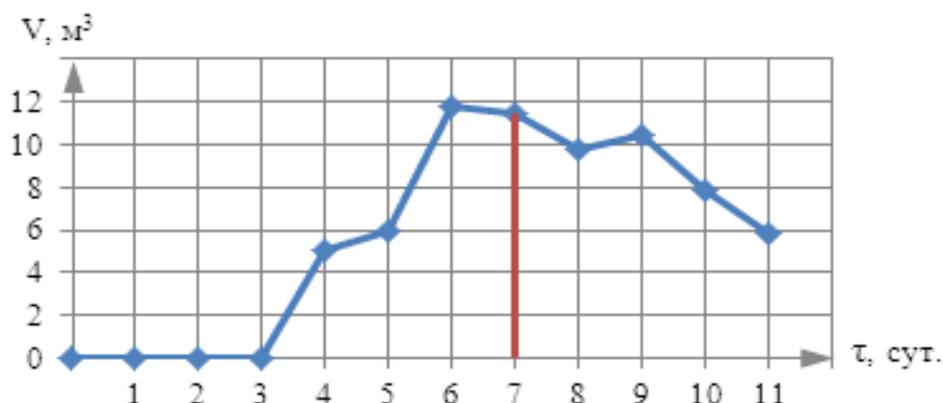


Рисунок 6 – Зависимость суточного выхода биогаза при работе мешалки первые 7 суток после запуска биореактора, а затем при отключенной мешалке

Экспериментальные исследования показали, что средняя плотность исходного навоза после загрузки биореактора составляла 1012,89 кг/м³, затем после включения комбинированной мешалки в течение суток каждые 3 часа на 5 минут средняя плотность субстрата уменьшилось до величины 969,29 кг/м³ (таблицы 3, 4). Определение влажности и плотности исходного навоза и субстрата выполнялось согласно ГОСТ 31343-2007 [4].

Для обеспечения равномерного распределения биомассы, состоящей из фракций с различной плотностью, во внутреннем объеме биореактора нами разработана конструкция комбинированной, многоуровневой мешалки с 3-уровнями перемешивания: жидкой фракции и разрушения корки в верхней зоне биореактора, более вязкого субстрата в средней зоне и вязкого шлама в нижней зоне.

Таблица 3 – Определение влажности и плотности исходного навоза

Повторность опытов	Масса пробы с тарой, г	Масса влажного навоза без тары, г	Масса сухой навоза без тары, г	Объем навоза в таре, м ³	Плотность навоза, кг/м ³	Влажность навоза, %
1	94,50	72,22	4,96	$7,1 \cdot 10^{-5}$	1017,17	93,13

2	93,67	71,14	4,87	$7,1 \cdot 10^{-5}$	1016,28	93,15
3	92,47	71,37	5,86	$7,1 \cdot 10^{-5}$	105,21	91,79
Среднее значение	93,55	71,58	5,23	$7,1 \cdot 10^{-5}$	1012,89	92,69

Таблица 4 – Определение влажности и плотности органических удобрений

Повторность опытов	Масса пробы с тарой, г	Масса влажного навоза без тары, г	Масса сухой навоза без тары, г	Объем навоза в таре, м ³	Плотность навоза, кг/м ³	Влажность навоза, %
1	80,55	66,66	3,77	$7,1 \cdot 10^{-5}$	952,29	94,34
2	82,00	67,19	4,83	$7,1 \cdot 10^{-5}$	967,00	92,86
3	83,65	69,20	4,93	$7,1 \cdot 10^{-5}$	988,57	92,88
Среднее значение	82,07	67,68	4,51	$7,1 \cdot 10^{-5}$	969,29	93,36

Анализ данных экспериментальных исследований показывает, что при работе мешалки давление в газгольдере увеличивается на 15...50 мм вод.ст. за счет интенсификации газовыделения. Выход биогаза возрастает на 0,47...0,61 м³/ч после каждого включения мешалки. Средняя плотность субстрата снижается с 1013 кг/м³ до величины 970 кг/м³ за счет равномерного распределения биомассы по объему биореактора.

Таким образом, для условий эксплуатации на молочно-товарной ферме гелиобиогазовая установка с разработанной комбинированной мешалкой обеспечивает:

- равномерное перемешивание субстрата что, в итоге, интенсифицирует процесс выработки биогаза;
- снижает риск образования плотного слоя шлама на дне реактора;
- минимальные затраты труда и простоту очистки корпуса биореактора изнутри, так как складная конструкция рамок комбинированной мешалки облегчает демонтаж при техническом обслуживании.

Литература

1. Heinz Ladener. Solaranlagen. Planung, Bau&Selbsbau von Solarsystem. Okobux, 2003. – 226 p.
2. Карамян Г.О.. Автономная солнечно-биогазовая установка. Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН, 2007. – Т. LX. – №2. – С. 317-322.
3. РТМ 144-66 Перемешивающие устройства механические. – М: Издательство стандартов, 1972. – 32с.

4. ГОСТ 31343-2007 Машины и оборудование для переработки и обеззараживания жидкого навоза. Методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2008. – 28 с.

5. Барков В.И., Токмолдаев А.Б., Аблинанов В.А., Сарыбаев Б.А. Результаты предварительных испытаний биореактора //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2011. – №9. – С. 89-94.

6. Осмонов О.М. Научно-технические основы создания автономных биоэнергетических установок для крестьянских хозяйств в горных районах Киргизии: дисс. д-р тех. наук: – М., 2012. – 251 с.

*Barkov V. I., Dr.Sci.Tech., Kaliaskarov M., Dr.Sci.Tech., professor, Amirseit S. K.;
KazRSIMEA, Almaty*

DEVELOPMENT COMBINED, MULTILEVEL MIXERS FOR HELIOBIOGAS INSTALLATION

Results of development of the combined, multilevel mixer for the bioreactor of heliobiogas installation are given in article. The method of calculation of a mixer taking into account structurally – geometrical ratios, criterion of power and a simplex of geometrical similarity is developed. Results of experimental researches confirm efficiency of application of this mixer.

УДК 537.523.3:541.13

*Матаев Ө.М., т.ғ.к., доцент, Абдурахманов А.А., аға оқытушы,
Алматы энергетика және байланыс университеті*

ҚҰСХАНАЛАРДА АУАНЫ ТАЗАРТАТЫН ҚҰРЫЛҒЫ

Құсханаларда микроклимат жасайтын шығындарды азайтатын, яғни құсхананың кіретін ауасын микрофлора мен газтәріздес және аэрозоль қоспаларынан тазартатын, ауаны тазартуға арналған құрылғы ұсынылған

Өндірістің негізгі мақсаты құстардың динамикалық және бірқалыпты өсуіне және тірі массаға байланысты жемді тиімді тұтынуына, сонымен қатар құстардың денсаулығы мен амандығын сақтауға себеп болатын құс басының өнімділігін оңтайландыру. Осыған байланысты ауаның оңтайлы жағдайын сақтау құс басының жоғары өнімділігіне себеп болатын жағдайларды жасау үшін маңызды технологиялық құрал болып табылады. Мысалы, құс демін алғанда оттегін ішке тартып, көмір қышқыл газын сыртқа шығарады, онда құсхананың ауа кеңістігінен көмірқышқыл газының артығын шығарып, оны оттегі құрамымен толықтыру қажеттілігі бар.

Құс шаруашылығында ең күрделісі оңтайлы климаттық жағдайларын, яғни микроклиматты, сақтау болып табылады. Бұл құстардың тығыз жайғасуымен және олардың өсуі мен дамуының өте қарқынды сипатымен байланысты. Мысалы, ғылыми зерттеулер көрсеткендей, тор батареяларда шөжелерді өсірудің 60 күнінде құс өсіретін тұрғынжайлардың салыстырмалы қанағаттандырарлық және инфекциялық аурулардан шөжелердің аман жағдайында тік беттердің 1 см² 23 тен 85 мыңға дейін, ал жатық беттерде – 38 ден 1,4 млн. дейін микроорганизм болды. 120 - 250 күн торда туатын тауықтарды баққаннан кейін жатық және тік беттердің 1 шаршы сантиметрінде сәйкес 48 - 450 және 43 мыңнан 1,9 млн. дейін микроорганизмдер байқалған [1].

Жоғарыда айтылғаннан байқалатыны, құстың денсаулығының және өнімділігінің жағдайы көбіне өнімділік аймағының және құсхананың санитарлық жағдайынан тәуелді. Шартты патогенді микроорганизмдерді сыртқы ортада сақталу мерзімдерінің көпсанды деректерін талдау құс фабрикаларының өндірістік тұрғынжайларының ауа кеңістігін мұқият санациялаумен қатар құстардың әрбір жаңа партиясын отырғызғанда тұрғынжайлар мен жабдықты санациялау қажет.

Құсханалардағы оңтайлы емес микроклимат сипаты инфекциялық респираторлық аурулардың пайда болу мүмкіндігін көп есе көтеріп, патологиялық жағдайлардың бір қатарының дамуын арандатуы мүмкін.

Құстарды бағудың және өсірудің әртүрлі тәсілдерін пайдалану жағдайларында өткізілген зерттеулердің талдауы құсханалардың

ауасындағы зияндылардың шектеулі рұқсат етілген шоғырлануларын, температураның, ылғалдың және ауаның жылжу жылдамдығының және т.б. оңтайлы көрсеткіштерін анықтауға мүмкіндік берді. Мұнда шектеулі рұқсат етілген шоғырлануға құстың өнімділігі және өмірге қабілеттілігі төмендей бастайтын шоғырлану қабылданған.

Аммиак пен күкіртті сутегінің шоғырлануларын жиі ауаның 1 м^3 бар осы газдың мг мөлшерімен, ал көмір қышқыл газының ауқымын ауа көлемінің пайыздарымен өрнектейді.

Құсханалар ауасындағы және ауа тартатын тесіктердегі аммиак пен күкіртті сутегінің шоғырлануын типі УГ-2, ТСГ-3 АИ әмбебап газталдауыштарының көмегімен, көмір қышқыл газының шоғырлануын ГХ-5М, УГ-2, ПКУ-4 газталдауыштарының көмегімен немесе титрометрлік әдіспен анықтайды. Аталған зияндылықтардың шоғырлануларын өлшеуді тұрғынжайда ауаның температурасы мен салыстырмалы ылғалдығын өлшейтін нүктелерде жүргізеді.

Ауаның шаңмен ластануын ЭА-30 (Мигуновтың аспабы) электрспираторының көмегімен АФА-В-18 сүзгілерінен «өткізгенде» анықтайды, ауаның текше метріндегі мг өрнектейді.

Микроорганизмдермен ауаның ластануын Матусевич әдісімен немесе Кротов аспабының көмегімен анықтайды. Қоректендіруші ортасы тығыз Петри шыны аяғын пайдаланады. Ауаның текше метріндегі мың бірліктерімен өрнектейді.

Құсханаларда оңтайлы климат жағдайларын жасау бірнеше қолайлы жағдайларға жетуге мүмкіндік береді [2]:

- ауа сапасының жақсаруы;
- құс күйзелуінің азайуы және оның иммундық статусының жоғарылауы;
- аяқтар жағдайының жақсаруы және санитарлық сойыс пайызының төмендеуі.

Құс тұрғынжайларының ауасында микрофлораның және құстардың өмір тіршілігінің нәтижесінде пайда болатын аммиак, күкіртті сутегі және көмір қышқыл газы сияқты газтәріздес заттардың едәуір мөлшері бары белгілі. Ластайтын заттардың болуы құстардың және әсіресе олардың балаусаларының өнімділігін азайтады, ал микрофлораның болуы ауруларға немесе опат болуына алып келуі мүмкін. Құстардың жағдайын жақсарту үшін олардың тұрғынжайларынан ластанған ауа сыртқа шығарылады, ал кіретін ауа желдеткіштермен тұрғынжайдың ішіне беріледі. Мысалы, бір құсқа (мекиен тауық) орнатылған норма бойынша сағатына $4 - 6 \text{ м}^3$ ауа қажет. Құсханада бір уақытта орташа санмен 15000 - 20000 бас болғанда оған $60000 - 120000 \text{ м}^3$ таза ауа беру керек. Өткізілген зерттеулердің нәтижесі көрсеткендей, құстарға кететін шығындардың 40% микроклимат жасауға жұмсалады екен [3].

Органикалық емес және органикалық қоспаларды шығарудың жуатын жүйелерін пайдаланып, құсхана желдетуінің тұйықталған циклында озонды пайдалану сұлбасы ойластырылып жасалынды. Мұндай сұлбаны пайдаланғанда құрамында күкірті бар қоспалар сульфаттық формаға, азоттықтар нитраттыққа өтеді, шаң тұндырғышқа отырады және тыңайтқыш ретінде пайдаланылады. Сульфаттық және азоттық қоспалар және көміртегінің қос тотығы одан кейін карбонаттық сода - сілті қоспаларына айналады, бұлар жуатын құралдар ретінде пайдаланылады.

Озондалған ауаның $0,01 \text{ м}^3$ тазартылған ауаның 1 м^3 қосқанда бірінші сатыдағы тазартылған ауада аммиактың, күкіртті сутегі және көміртегі қос тотығының құрамы ПДК (шектеулі рұқсат етілген шоғырлану) төмен болады, шаңның бірсыпырасы шаятын құрылғымен шығарылады, бірақ шаңның көпшілігі мен мамықтың бөлшектері қалады.

Құсханада микроклимат жасаудың тиімділігін көтеру үшін, яғни құсхананың кіретін ауасын микрофлора мен газтәріздес және аэрозоль қоспаларынан (шаң, мамық) тазарту үшін авторлар ауа тазартатын құрылғы ұсынған. Құрылғының алма кезек орналасқан теріс таңбалы зарядталған электреттік қиындылары бар, ал тәждеуші электродтар тордағы инелер түрінде ағынның бағытында орналасқан. Нәтижесінде ауа ортасы озонмен микрофлорадан, аммиактан, күкіртті сутегіден және басқа зиянды құрамалардан тазарады, ал көмір қышқыл газының бөлігі тұман түріндегі пайда болатын булармен қосылып, электреттік қиындыларға отырады. Құрылғыда аэрозоль бөлшектерінің зарядталу процестері оң таңбалы тәж аймағында жүруіне байланысты теріс таңбалы тәжбен салыстырғанда тазартылатын ауада озонның пайда болуын он есе төмендетуге мүмкіндік береді. Одан басқа, құрылғыда тәждеуші инелердің көпэлектродты жүйесі пайдаланылады, бұл тәж разрядының міндетті құраушысы болатын электр желінің (ветер) тиімділігін күрт көтереді. Электр желі жұмыс аймағында ауа ағынының жылдамдық арынын жасайды (5 м/с дейін) және құрылғыны иондық – конвекциялық сорап режимінде жұмыс атқаруға мәжбүр етеді және шаңдалған ауаны құрылғының ішіне сору процесі мен разряд аймағында аэрозоль бөлшектерінің зарядталуы басталады. Аэрозоль бөлшектері электреттік қиындылардан өтіп, оларға отырады және шықпада таза ауа алынады [4].

Аэрозоль бөлшектерінің (шаңның) отыру және жиналу процестері құрылғының шықпасында алма кезек орналасқан электреттік қиындылардың аймағында жүреді. Электреттік қиындылар теріс таңбалы зарядталуына байланысты оң таңбалы зарядталған аэрозоль бөлшектерінің қиындыларға отыру процестері өте тиімді өтеді.

Қорытындылар:

- құсханаларда микроклиматты жасау максималды өнімділікті қамтамасыз ету тұрғысынан қарағанда құс өсіру технологиясында ең маңызды құрал болып табылады;

- құс дамуының әр кезеңінде құстың максималдық өнімділігі болатын және өсуіне максималды энергия алатын белгілі жағдайлар бар;
- құсханаларда оңтайлы климаттық жағдайлар күнде сағат сайын жасалыну керек;
- құсханаларда оңтайлы климаттық жағдайлар бірқалыпты болу керек, егер климаттық жағдайлар жасалынбаған айландар болса (ауа өзгермесе, өтпе жел, жоғары және төмен температуралар аймақтары болса), олар жалпы өнімділікті төмендетеді және әртүрлі инфекциялық аурулардың себебі болады;

Пайдаланылған әдебиеттің тізімі

- 1 Мельник В.А. Как влияет микроклимат в птичнике на продуктивность птицы. – Украина, с. Борки, Институт птицеводства УААН, 2013.
- 2 Домашняя птица: куры, гуси, утки, индейки, цесарки, перепела и голуби /сост.: Морозова О.М.: А СТ. – Ростов на Дону: Феникс, 1999.
- 3 Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в птицеводческих помещениях. – М: ФГНУ «Росинформагротех», 2011.
- 4 Абдурахманов А.А., Боканова А.А., Бахтаев Ш.А. Заявка на получение патента, АУЭС, 2014.

*Абдурахманов А.А., старший преподаватель, Матаев Ә.М., к.т.н., доцент,
Алматын университеті энергетикасы және байланысы*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В ПТИЧНИКАХ

Поддержание оптимального состояния воздуха является важнейшим технологическим средством для создания условий, способствующих высокой продуктивности поголовья. При дыхании птица вдыхает кислород и выдыхает углекислый газ, следовательно, существует необходимость удаления избытка углекислого газа из воздушного бассейна птичника и восполнить ее содержание кислородом. Наиболее сложным вопросом в птицеводстве является поддержание оптимальных климатических условий, т.е. создание микроклимата.

*Abdurakhmanov A.A., senior teacher, Matayev O. M, Cand.Tech.Sci., associate
professor, Almaty university of power and communication*

THE DEVICE FOR PURIFICATION OF AIR IN HEN HOUSES

Maintaining an optimal state of the air is the most important technological means to create an environment conducive to high productivity of livestock. For example when a bird inhales breathing oxygen and exhaled carbon dioxide, thus, a need exists remove excess carbon dioxide from the air of the house and the pool fill its oxygen content. The most difficult issue in the poultry industry is to maintain optimal climatic conditions, i.e., creating a microclimate.

At an additive of 0,01 m³ of the ozonized air on 1 m³ of the cleared air at the first step in the cleared air the content of ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide was lower maximum permissible concentration, dust partially was removed in the flushing device, but the most part of dust and a particle of down remained. The electric wind creates a high-speed pressure of a stream of air (to 5 m/s) in a working zone and the device in the mode of the ion-convection pump forces to work and process of suction of dusty air in the device and charging of aerosol particles in a category zone begins. Passing aerosol particles through electret plates, settle on them and at the exit clean air turns out.

Требования к научным статьям, размещаемым в журнале «Международная агроинженерия»

Статья, представленная к публикации должна быть актуальной, отличаться новизной и практической значимостью научных результатов. Предпочтение будет отдаваться, прежде всего, оригинальным статьям теоретического и прикладного характера по научным направлениям, затрагивающим проблемы развития сельскохозяйственного производства. Тематическая направленность статей: техника, технологии и переработка сельскохозяйственной продукции, использование альтернативных источников энергии и информационных технологий в сельском хозяйстве, биоинженерия. Не допускается подача ранее опубликованных или одновременно направленных в другие издания работ.

Статья должна сопровождаться:

- **письмом**, с указанием фамилии и инициалов первого автора на английском языке, его адрес, телефон и e-mail;

- **рецензией**, заверенной печатью (рецензент с ученой степенью не ниже ученой степени автора статьи, научная специализация рецензента должна соответствовать научному направлению публикации);

- **экспертным заключением**, выданным учреждением, в котором выполнена работа.

К публикации принимаются статьи в электронном виде на казахском, русском или английском языках, оформленные в соответствии с нижеуказанными требованиями и имеющие научный стиль изложения. Ответственность за содержание статей несут авторы. Статьи, несоответствующие тематической направленности журнала, а также не отвечающие по содержанию и по оформлению изложенным требованиям, к публикации не принимаются. Редакция журнала оставляет за собой право перевода статей на два других языка, отличные от языка оригинала статьи, и их размещение на сайте www.kazars.kz. Сроки публикации представленных статей устанавливает редакция в зависимости от их значимости и очередности поступления.

Статья оформляется в редакторе MS Word (шрифт Times, кегль – 14) на страницах формата А4, ориентация - книжная, с полями 2,5 см, с одинарным межстрочным интервалом (Образец статьи см. на сайте www.kazars.kz) и предоставляется одним файлом в следующей последовательности:

1. **Индекс УДК**; в первой строке слева, без отступа, кегль 14.

2. **Фамилия** и инициалы автора (строчные полужирные), ученая степень, звание; место работы, город (кегль 14, курсив, выравнивание по центру).

3. **Название статьи** должно строго соответствовать содержанию, отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким; кегль 14, прописные полужирные, выравнивание по центру.

4. **Аннотация** на английском языке и на языке оригинала статьи должна ясно излагать её полный содержание с графиком и формулой (в объеме в 1 страниц) и быть пригодной для опубликования отдельно от статьи; кегль 12, курсив, 4-7 строк без отступов с выравниванием по ширине, одинарный межстрочный интервал.

5. **Основная часть** статьи оформляется с абзацными отступами 10 мм с выравниванием текста по ширине, включает таблицы, графические изображения, диаграммы, схемы, фотографии, рисунки и др. Иллюстративный материал должен быть цветным, четким, представлен в едином стиле с соответствующими исходными данными. Подпись к рисунку располагается под ним посередине. Основной текст статьи может обрамлять рисунок. Слово «Рисунок» пишется полностью. Иллюстрации, таблицы, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, нумеруются арабскими цифрами, нумерация сквозная.

6. **Заключение и/или выводы.** Статья завершается заключением и/или четко сформулированными выводами, где в сжатом виде приводятся основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

7. **Литература**, используемая в статье, указывается в порядке упоминания в ссылках в квадратных скобках и приводится в конце статьи как нумерованный библиографический список (не более 10-ти источников), оформленный согласно ГОСТа. Перечисленные компоненты статьи отделяются между собой одной пустой строкой.

Объем научной статьи, включая все вышеперечисленные компоненты (2-5 обязательны), должен составлять, как правило, не менее 2 и не превышать 10 полных страниц. Нумерация страниц размещается в нижнем колонтитуле по центру, кегль 12.

Электронные версии статьи и указанных сопроводительных документов (письмо, копии рецензии и экспертного заключения) следует направлять по адресу: kazniimesh@yandex.kz, agro_otvet-sekret@mail.ru

Научно-технический журнал «Международная агроинженерия», 2015 г., вып.2(№14)

Издание зарегистрировано Министерством связи и информации Республики Казахстан: Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания № 11827-Ж от 2 июля 2011 года.

Журнал «Международная агроинженерия» зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) и ему присвоен международный номер ISSN 2227-2038 (Print), ISSN 2227-2057 (Online). Сертификат выдан Национальным центром ISSN Национальной государственной книжной палаты Республики Казахстан 14 марта 2012 г.

Издается ежеквартально с 2012 г.
Собственник ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (г. Алматы)

Подписано к печати 10.06.15
Тираж 100 экз. Заказ № 2115
Отпечатано в ПК «ЭКОЖАН»
г. Караганда, ул. Садоводов, 14
тел.: 8(7212) 44-23-68, ekozhan@mail.ru



Редакция журнала «Международная агроинженерия»
050005, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Райымбека, 312
Казахский НИИМЭСХ; e-mail: kazniimesh@yandex.kz;
тел. приемной: +7 (727) 247-96-00, факс: +7(727) 247-96-07;
тел. ответственного секретаря: +7(727) 247-96-08;
e-mail: agro_otvet-sekret@mail.ru; www.kazars.kz