

## MICROSYSTEM OF ADJUSTING OF THE PRODUCTIVITY OF SMALL FORAGE PREPARATORY AGGREGATE

### МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАЛОГАБАРИТНОГО КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

Professor, Doctor of Technical Sciences С. А. Keshuov, Ph.D Doctor M. Iliev, Ph.D student A.D. Tananova.  
LLP «Kazakh scientific research institute mechanization and electrification of agriculture», Republic of Kazakhstan.  
E-mail: kazniimesh@yandex.kz

Профессор, доктор технических наук С.А. Кешуов, доктор Ph.D Михаил Илиев, докторант Ph.D А.Д. Тананова.  
ТОО Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, Республика Казахстан.  
E-mail:kazniimesh@yandex.kz

**Резюме:** Показана актуальность автоматизации регулирования производительности малогабаритного кормоприготовительного агрегата, представлена функциональная схема предлагаемой автоматической системы регулирования, проведены экспериментальные исследования и сняты нагрузочные диаграммы двигателя малогабаритного кормоприготовительного агрегата ДУ-11 в зависимости от положения шибера задвижки, разработаны макетный образец системы и стенд для его испытаний, проведены испытания на стенде и приведены его результаты.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** МАЛОГАБАРИТНЫЙ КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ, СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ, НАГРУЗОЧНАЯ ДИАГРАММА, ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.

**Abstract:** Actuality of automation of adjusting of the productivity of small forage preparatory aggregate is rotined, the functional diagram of the offered system of adjusting is presented, experimental researches are conducted and the loadings diagrams of engine of small forage preparatory aggregate of DU-11 are taken off depending on position of bolt, the model standard of the system and stand is developed for his tests, tests are conducted on a stand and his results are resulted.

**KEYWORDS:** SMALL FORAGE PREPARATORY AGGREGATE, ADJUSTING SYSTEM, LOADING DIAGRAM, EXPERIMENTAL RESEARCHES, BOLT.

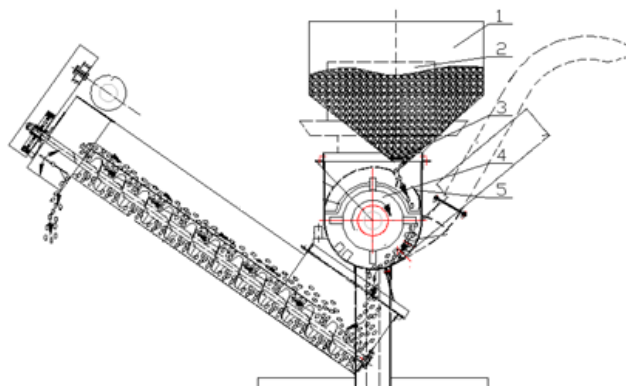
#### 1. Введение

В настоящее время в Республике Казахстан более 80...85% поголовья крупного рогатого скота и других сельскохозяйственных животных находятся в мелких крестьянских хозяйствах. В такого рода хозяйствах, преобладает ручной труд. Это приводит к некачественной подготовке кормов для животных, что в свою очередь снижает освоюемость кормов и уменьшает продуктивность скота.

В ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (ТОО «КазНИИМЭСХ») разработаны ряд малогабаритных кормоприготовительных агрегатов востребованных крестьянскими хозяйствами. Они отличаются дешевизной и надежностью, и являются одним из немногих сельскохозяйственных машин отечественной разработки доведенных до производства. Например, малогабаритный кормоприготовительный агрегат ДУ-11 (рисунок 1), на основе которого проводились научные исследования, предназначен для измельчения всех видов стельных и зерновых кормов.

К недостаткам машины относятся необходимость, при измельчении зерна, ручного регулирования его производительности при помощи заслонки, который сужает или расширяет щели, через которые поток зерновых материалов поступает на рабочий орган. Ручное регулирование, как правило, приводит к неполной загрузке или перегрузке агрегата. При этом, как показывает практика эксплуатации этих агрегатов, большую часть рабочего времени электропривод работает в недогруженном состоянии, и наоборот нередки случаи отключения электропривода из-за перегрузки двигателя.

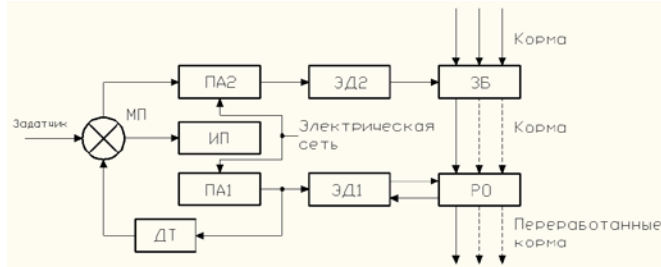
Для разработки микропроцессорной системы регулирования производительности кормоприготовительного агрегата принят принцип регулирования по величине тока приводного двигателя. Устройством управляющим потоком материала выбрана задвижка с реверсивным электроприводом ЗРЭ-200.



1 – бункер зерна; 2 – бункер сена; 3 – задвижка; 4 – ротор молотковый; 5 – вихрь;

**Рисунок 1** – Схема универсального малогабаритного кормоприготовительного агрегата

Функциональная схема предлагаемой системы регулирования приведена на рисунке 2. В рабочей части механической характеристики асинхронного двигателя ЭД1 рабочего органа РО, ток пропорционален величине крутящего момента на его валу и следовательно загрузке рабочего органа агрегата. Значение тока через датчик ДТ, осуществляющего обратную связь в системе, передается микропроцессору МП, который, сравнивая его с заданным значением тока, передает соответствующий управляющий сигнал пусковому устройству ПА2 электродвигателя ЭД2 задвижки бункера ЗБ. В результате последняя открывается или закрывается регулируя поток корма из бункера к рабочему органу и соответственно изменяя ток двигателя ЭД1. Пусковая аппаратура ПА1 служит для управления двигателем ЭД1, индикационный прибор ИП показывает текущее значение тока двигателя и режимы работы агрегата [1].



МП – микропроцессор; ИП – индикационный прибор; ДТ – датчик тока; ПА1, ПА2 – пусковая аппаратура; ЭД1 – электродвигатель рабочего органа; ЭД2 – электродвигатель задвижки; РО – рабочий орган; ЗБ – задвижка бункера.  
**Рисунок 2** – Функциональная схема системы регулирования

**2. Экспериментальные исследования**

На натуральном образце универсального малогабаритного кормоприготовительного агрегата ДУ-11 выяснены показатели нагрузочной диаграммы двигателя дробилки в зависимости от положения шибер задвижки при дроблении зерен пшеницы (рисунок 3).

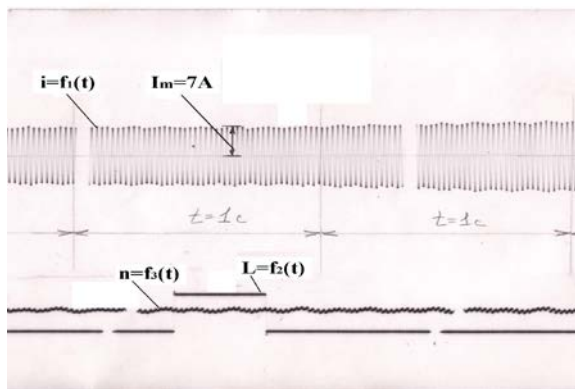


**Рисунок 3** – Малогабаритный кормоприготовительный агрегат ДУ-11

Для снятия нагрузочной диаграммы при ручном регулировании производительности агрегата на заводе ТОО КазНИИМЭСХ изготовлен специальный бункер с ручной речной задвижкой установленная между бункером агрегата и дробилкой.

Для снятия динамики изменения значения тока двигателя дробилки использовался светолучевой осциллограф К12-22. Изменение положения шибер задаетея постоянным сигналом от микровыключателя, который фиксирует верхнее положение шибер при каждом открытии задвижки на 10 мм.

На рис. 4 показан пример изменения значений тока



**Рисунок 4** – Нагрузочная диаграмма основного двигателя рабочего органа дробилки при L=60 мм степени открытия задвижки

нагрузки основного двигателя  $I=f_1(t)$ , положения шибер задвижки  $L=f_2(t)$  и частоты вращения двигателя дробилки  $n=f_3(t)$ .

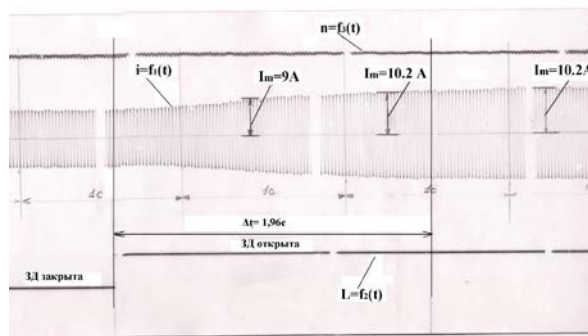
Соответствующее значение математического ожидания  $m_f$  случайной функции  $I=f_1(t)$ , дисперсия  $D_f$ , среднее квадратическое отклонение составили

$$m_f=7,35A, D_f=0,0025A^2, \sigma_f=0,05.$$

Возможное максимальное отклонение случайной функции от ее математического ожидания  $I_{min}=7,2A$  и  $I_{max}=7,5A$ .

Здесь и далее мы будем оперировать мгновенным максимальным значением тока двигателя, поскольку, как будет видно далее, система регулирования нагрузки будет настроена на считывание именно этой величины [2,3].

Было экспериментально определено время переходного процесса от режима холостого хода до установившегося нагрузочного режима в двигателе дробилки при мгновенном полном открытии шибер задвижки [4,5]. Соответствующая нагрузочная диаграмма тока двигателя дробилки при переходном процессе показана на рисунке 5.



**Рисунок 5** – Нагрузочная диаграмма переходного процесса изменения тока двигателя дробилки при мгновенном полном открытии шибер задвижки

Из осциллограммы видно, что переходный процесс изменения тока двигателя от значения тока холостого хода  $I_{xx}=6A$  до установившегося значения тока  $I_{раб}=10,2A$  при полном открытии шибер задвижки составляет  $\Delta t=1,96c$ .

Для проведения предварительных опытов, по проверке возможности реализации предлагаемого способа регулирования, разработаны макетный образец системы и стенд для его испытаний и проведены испытания. Общий вид и принципиальная электрическая схема стенда показаны соответственно на рисунках 6 и 7.



**Рисунок 6** – Общий вид стенда для проведения экспериментальных исследований

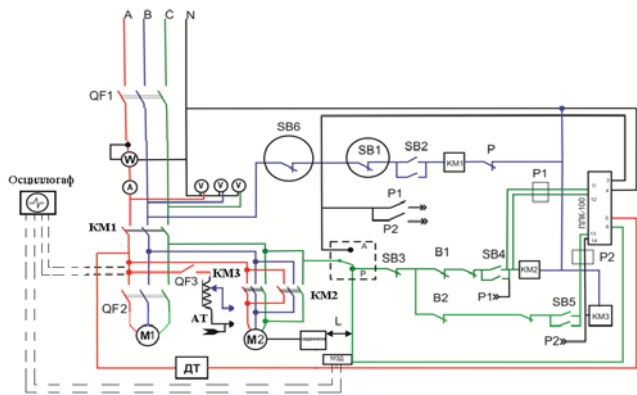


Рисунок 7 – Принципиальная электрическая схема лабораторного стенда

Стенд оборудован автоматическими выключателями QF1-QF3, кнопками управления SB1-SB6, а так же измерительными приборами A, V, W. Изменение тока двигателя дробилки M1 может имитироваться с помощью автотрансформатора AT к которому подключена активная нагрузка. Значение тока от датчика ДТ передается контроллеру ПЛК, который сравнивая его с заданным значением тока, формирует соответствующий сигнал магнитным пускателям KM2 и KM3 управляющими работой двигателя шибера задвижки M2. В результате шибер задвижки открывается или закрывается в соответствии с заданным алгоритмом приведенным на рисунке 8. Для лабораторных испытаний в программу были заложены следующие значения токов: рабочий ток  $I_{m\ p}=2A$ ; допустимый диапазон изменения тока от  $I_{m\ p1}=1,5A$  до  $I_{m\ p2}=2,5A$ ,  $t_1=2c$ .



Рисунок 8 – Алгоритм работы автоматической системы регулирования положения шибера задвижки

Заданная на стенде нагрузочная диаграмма  $I_{дв}=f_1(t)$  и соответствующее изменение положения шибера задвижки  $L=f_2(t)$  полученные в ходе эксперимента представлены на рисунке 9.

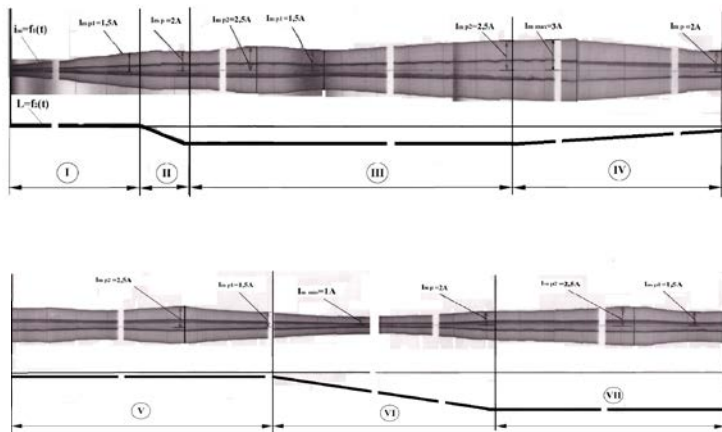


Рисунок 9 – Зависимость положения шибера задвижки L от величины тока  $I_{дв}$  двигателя дробилки

В начальном положении задвижка закрыта (I период). Если  $I_{m\ p1} > 1,5A$ , задвижка открывается до тех пор, пока ток не достигнет  $I_{m\ p}=2A$  (II период). Соответствующая осциллограмма изменения положения задвижки на рисунке показана как  $L=f_2(t)$ . Далее, при уменьшении значение тока до  $I_{m\ p1}=1,5A$  и при увеличении до  $I_{m\ p2}=2,5A$  положение шибера не меняется (III период). Если, например,  $I_{m\ p2} > 2,5A$  задвижка закрывается, процесс закрытия будет продолжаться до тех пор, пока ток не достигнет значения  $I_{m\ p}=2A$  (IV период). Далее видно, что при  $I_{m\ p1} \leq I_{m\ p} \leq I_{m\ p2}$  шибер в движение не приводиться (V период). Если  $I_{m\ p1} < 1,5A$ , то соответственно шибер задвижки закрывается пока не будет выполняться условие  $I_{m\ p}=2A$ .

Данный эксперимент подтвердил работоспособность макетного образца системы регулирования в соответствии с заданным алгоритмом.

### 3. Заключение

По результатам исследований обоснованы основные параметры системы регулирования производительности кормоприготовительного агрегата.

Исследования на изготовленном макетном образце системы регулирования, на основе задвижки ЗРЭ-200, показали работоспособность системы в соответствии с заданным алгоритмом функционирования.

### 4. Литература

- 1 Кешуов С.А., Тананова А.Д., К вопросу автоматизации регулирования нагрузки электропривода кормоприготовительного агрегата // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы повешения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса». – Ташкент, 2015, С.30-34.
- 2 Воробьев В.А., Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. - М.: «Колос», 2005, 279 с.
- 3 Шандров Б. В., Чудаков А. Д., Технические средства автоматизации. - М.: «Академия», 2007, 363 с.
- 4 Коновалов Л.И., Петелин Д.П. Элементы и системы автоматки. - М.: «В.Школа», 1985, 110 с.
- 5 Елизаров И.А., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г., Фролов С.В., Технические средства автоматизации. - М.: «Машиностроение-1», 2004, 126 С.