

ISSN 2227-2038 (print)
ISSN 2227-2054 (online)

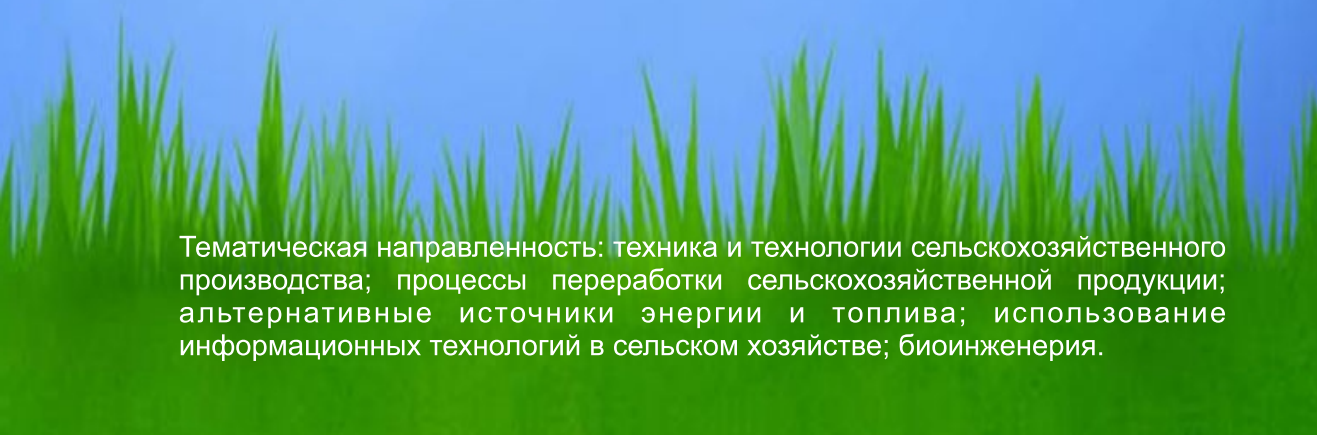
КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Международная агроинженерия

научно-технический журнал



2014
выпуск 3



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

2014

Выпуск 3 (№11)

Алматы, 2014

Редколлегия

Главный редактор:

Кешуов 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

Кешуов С.А., Ордатаев О.Б. Уравнения переходных процессов в генераторе на базе асинхронной машины с фазным ротором.....	4
Кешуов С.А., Ордатаев О.Б., Кротов Л.Д., Савицкий В.С. Экспериментальные исследования системы возбуждения генератора на базе асинхронной машины с фазным ротором.....	9
Евстропов А.С., Ходакова Т.А., Мешков И.В. Компьютерный мониторинг технической и технологической модернизации растениеводства в регионах России.....	16
Голиков В.А., Артамонов В.Н. Определение потребности в технике для заготовки, приготовления и раздачи кормов на откормочных площадках крупного рогатого скота.....	23
Абдикаилов А., Адильшеев А.С., Жортуылов О. Исследование процесса всасывания воды поршневым насосом ветроводоподъемника.....	34
Сорокин Н.Т., Рычков В.А. Оценка состояния и перспективы развития механизации агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства России.....	41
Сысуюев В.А., Савиных П.А., Алешкин А.В. Конечно-элементная модель процесса ударного разрушения зерновки в молотковой дробилке.....	46
Макаров В.А., Хрипин В.А. Теоретические исследования распределения удобрений при совместном внесении высевальными аппаратами машины.....	54
Петрищев Н.А., Николаев Е.В., Козак А.И., Кошик А.П. Обновление машинно-тракторного парка требует обновления ремонтно-обслуживающей базы.....	59
Муродов Н.М., Жураев Ф.У. Обоснование параметров орудий для разуплотнения загипсованных почв.....	65
Усманов А., Шаукентаев Ж. Способы совершенствования технологического процесса «холодного» отжима растительного масла.....	71
Белых С.А., Сорокин К.Н. Устройство для дозирования микроэлементов при производстве комплексных удобрений на основе гуминовых...75	75
Анисимов Н.Г. Тесное сотрудничество с наукой – необходимая потребность сельхозтоваропроизводителей в современных условиях...85	85
Федорова Е.А., Лотт Д.А., Фомина И.В. Подходы к решению вопросов выбора пестицидов для защиты возделываемых сельскохозяйственных культур.....	90
Требования к научным статьям, размещаемым в журнале «Международная агроинженерия».....	96

УДК 621.313

*Кешуов С.А., профессор, КазНИИМЭСХ, Алматы;
Ордатаев О.Б., магистр, КазНАУ, Алматы*

УРАВНЕНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕНЕРАТОРЕ НА БАЗЕ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

Выведены уравнения переходных процессов в автономном генераторе на базе машины с фазным ротором. Уравнения приведены в стандартную форму. Показаны результаты численного эксперимента по исследованию возможности стабилизации частоты выходного напряжения генератора при различных скоростях ротора

В настоящее время, в связи с развитием использования возобновляемых источников энергии, возникает необходимость разработки простых и надежных в эксплуатации генераторов способных функционировать в условиях существенного отклонения от номинального значения скорости вращения первичного источника механической энергии, например, ветроколеса или гидротурбины.

Нами проводятся работы по исследованию возможности использования в качестве автономного генератора асинхронной машины с фазным ротором. При этом предлагается подавать в трехфазную обмотку ротора генератора, посредством современных микропроцессорных устройств, регулируемый по величине, частоте и чередованию фаз трехфазный ток. Это дает возможность стабилизировать частоту и величину выходного напряжения генератора при переменной скорости вращения ротора и изменении нагрузки [1].

Для предварительной оценки процессов в автономном генераторе, с предлагаемой системой возбуждения, нами разработана его математическая модель, позволяющая рассчитать эти процессы, как в переходном, так и в установившемся режиме его работы.

При разработке математической модели генератора были приняты общепринятые ограничения относительно симметричности обмоток и состояния магнитной цепи, кроме того, нагрузка генератора принята статической и симметричной.

На основе принципов равновесия напряжений для обмоток ротора и статора, с учетом вышеуказанных условий и ограничений, а также падения напряжения в кабельной линии нагрузки, были получены дифференциальные уравнения переходных процессов в генераторе.

Поскольку, полученные уравнения являются нелинейными и с периодическими коэффициентами, они были упрощены при помощи линейных преобразований, смысл которых заключается в замене исходных переменных новыми, путем перехода от системы из трех симметричных осей (a , b , c) к системе из двух ортогональных осей (u , v), вращающихся

вместе с полем ротора (рисунок 1). На рисунке, I_r и I_s это изображающие токи обмоток ротора и статора, φ угол между одноименными осями статора и ротора, δ и γ соответственно углы между продольной осью результирующего магнитного поля обмоток ротора и осями фазы A статора и фазы a ротора [2-5].

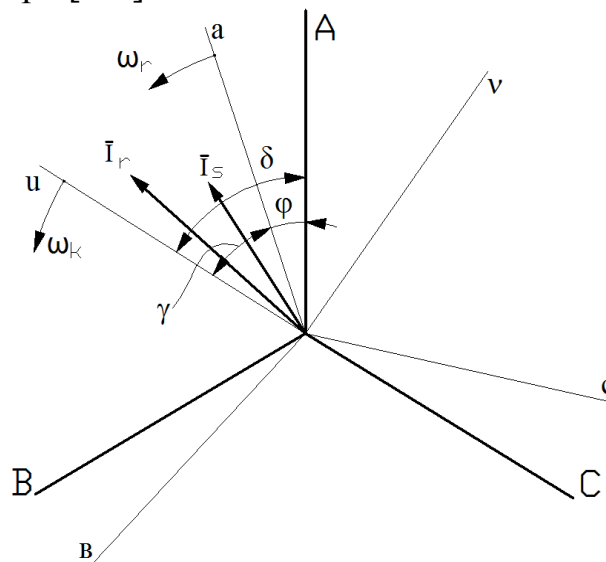


Рисунок 1 – Изображающие векторы в системе координат с тремя симметричными и двумя ортогональными осями

Приведенные к осям u, v уравнения переходных процессов генератора имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_{ur}}{dt} &= u_{ur} - (\omega_k - \omega_r)\psi_{vr} - R_r i_{ur}; \\ \frac{d\psi_{vr}}{dt} &= u_{vr} + (\omega_k + \omega_r)\psi_{ur} - R_r i_{vr}; \\ \frac{d\psi_{us}}{dt} &= -\omega_k \cdot \psi_{vs} - R_s i_{us}; \\ \frac{d\psi_{vs}}{dt} &= \omega_k \cdot \psi_{us} - R_s i_{vs}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $u_{ur}, u_{vr}, \psi_{ur}, \psi_{vr}$ и $i_{ur}, i_{vr}, u_{us}, u_{vs}, \psi_{us}, \psi_{vs}$ и i_{us}, i_{vs} – соответственно продольные и поперечные составляющие напряжения, потокосцепления и тока обмотки статора и ротора; ω_k – синхронная скорость ротора; ω_r – текущая скорость ротора; R_r, R_s – соответственно активное сопротивление фазы цепи обмотки ротора и статора; t – время.

Для проведения дальнейших расчетов уравнения (1) были приведены в явный вид через токи ротора и статора

$$\left. \begin{aligned} \frac{di_{ur}}{dt} &= C_{11}i_{us} + C_{12}i_{ur} + C_{13}\omega_r i_{vs} + C_{14}\omega_k i_{vs} + C_{15}\omega_r i_{vr} + C_{16}\omega_k i_{vr} + C_{17} U_m \cos \gamma; \\ \frac{di_{vr}}{dt} &= C_{21}\omega_r i_{us} + C_{22}\omega_k i_{us} + C_{23}\omega_r i_{ur} + C_{24}\omega_k i_{ur} + C_{25}i_{vs} + C_{26}i_{vr} + C_{27} U_m \sin \gamma; \\ \frac{di_{us}}{dt} &= C_{31}i_{us} + C_{32}i_{ur} + C_{33}\omega_r i_{vs} + C_{34}\omega_k i_{vs} + C_{35}\omega_r i_{vr} + C_{36}\omega_k i_{vr} + C_{37} U_m \cos \gamma; \\ \frac{di_{vs}}{dt} &= C_{41}\omega_r i_{us} + C_{42}\omega_k i_{ur} + C_{43}\omega_r i_{ur} + C_{44}\omega_k i_{ur} + C_{45}\omega_r i_{vs} + C_{46}i_{vr} + C_{47} U_m \sin \gamma, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $C_{11} \dots C_{47}$ – постоянные коэффициенты, зависящие от первичных параметров машины $R_r, R_s, L_r, L_s, M_r, M_s, M_{rs}$.

В режиме холостого хода $i_{us} = 0, i_{vs} = 0$ и уравнения упрощаются

$$\left. \begin{aligned} \frac{di_{ur}}{dt} &= C_{11x}i_{ur} + C_{12x}i_{vr} + C_{13x}u_{ur}; \\ \frac{di_{vr}}{dt} &= C_{21x}i_{ur} + C_{22x}i_{vr} + C_{23x}u_{vr}; \\ u_{us} &= C_{31x}i_{ur} + C_{32x}\omega_r i_{vr} + C_{13x}u_{ur}; \\ u_{vs} &= C_{41x}\omega_r i_{ur} + C_{42x}i_{vr} + C_{43x}u_{vr}, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $C_{11x} \dots C_{43x}$ – постоянные коэффициенты.

Можно получить упрощенный вариант уравнений в стандартной форме (2), приняв за переменную состояния системы (1) потокосцепление

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_{ur}}{dt} &= C_{11}\psi_{ur} + C_{12}(\omega_k - \omega_r)\psi_{ur} + C_{13}\psi_{us} + C_{14}\psi_{vs} + u_{ur}; \\ \frac{d\psi_{vr}}{dt} &= C_{21}(\omega_k - \omega_r)\psi_{ur} + C_{22}\psi_{ur} + C_{23}\psi_{us} + C_{24}\psi_{vs} + u_{vr}; \\ \frac{d\psi_{us}}{dt} &= C_{31}\psi_{ur} + C_{32}\psi_{vr} + C_{33}\psi_{us} + C_{34}\omega_k \psi_{vs}; \\ \frac{d\psi_{vs}}{dt} &= C_{41}\psi_{ur} + C_{42}\psi_{vr} + C_{43}\omega_k \psi_{us} + C_{44}\psi_{vs}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Соответствующие токи находим следующим образом

$$\left. \begin{aligned} i_{ur} &= C_{51}\psi_{ur} + C_{52}\psi_{vr} + C_{53}\psi_{us} + C_{54}\psi_{vs}; \\ i_{vr} &= C_{61}\psi_{ur} + C_{62}\psi_{vr} + C_{63}\psi_{us} + C_{64}\psi_{vs}; \\ i_{us} &= C_{71}\psi_{ur} + C_{72}\psi_{vr} + C_{73}\psi_{us} + C_{74}\psi_{vs}; \\ i_{vs} &= C_{81}\psi_{ur} + C_{82}\psi_{vr} + C_{83}\psi_{us} + C_{84}\psi_{vs}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где $C_{51} \dots C_{84}$ коэффициенты.

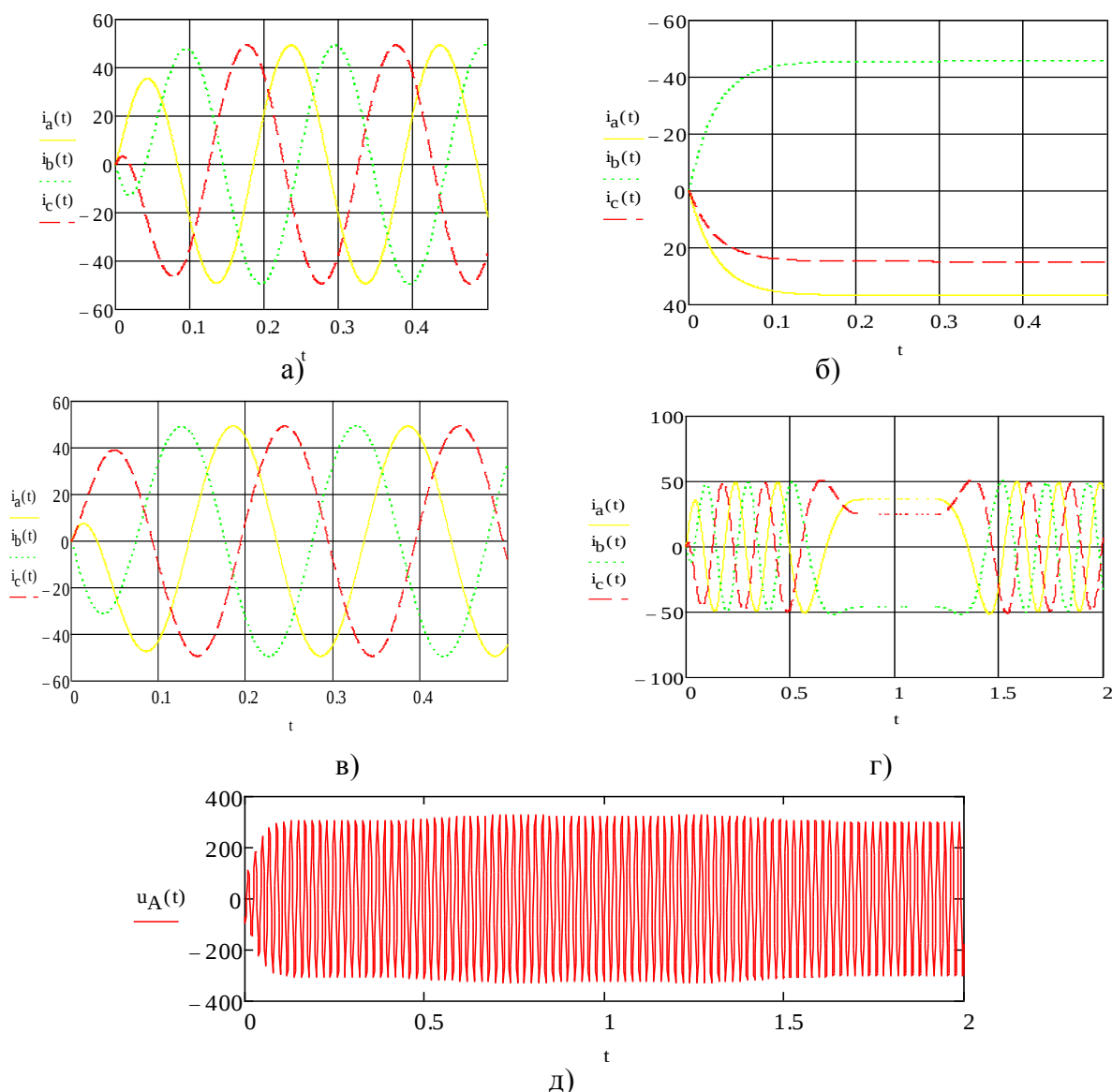
Реальные фазные токи ротора

$$i_a = i_{ur} \cos \gamma + i_{vr} \sin \gamma; i_e = i_{ur} \cos(\gamma - p120^\circ) + i_{vr} \sin(\gamma - p120^\circ);$$

$$i_c = i_{ur} \cos(\gamma + p120^\circ) + i_{vr} \sin(\gamma + p120^\circ); I_a = \sqrt{i_{ur}^2 + i_{vr}^2}. \quad (6)$$

Другие токи и напряжения определяются аналогично.

На рисунке 2 приведен пример расчета $i_a, i_b, i_c, u_A = f(t)$ в режиме холостого хода генератора при переменной скорости ротора. Расчеты проведены для следующих исходных данных: $R_r = 0,817 \text{ Ом}$, $R_s = 4,8 \text{ Ом}$, $L_r = 0,026 \text{ Гн}$, $L_s = 0,194 \text{ Гн}$, $M_r = 0,32 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$, $M_s = 0,078 \text{ Гн}$, $M_{rs} = 0,04 \text{ Гн}$, $p = 3$, $\omega_k = 104,7 \text{ рад/с}$, $\omega_{r1} = 94,23 \text{ рад/с}$, $\omega_{r2} = 115,17 \text{ рад/с}$, $u_{ur} = 35 \text{ В}$, $u_{vr} = 35 \text{ В}$. Начальные условия: $i_a(0), i_b(0), i_c(0) = 0$, $\omega_r(0) = 94,23 \text{ рад/с}$, $104,7 \text{ рад/с}$, $115,17 \text{ рад/с}$ и $94,23 \text{ рад/с}$, $u_{ur}(0), u_{vr}(0) = 35 \text{ В}$.



- а) токи ротора при скорости $\omega_r = 94,23 \text{ рад/с}$ меньше номинальной;
 б) токи ротора при скорости $\omega_r = 104,7 \text{ рад/с}$ равной номинальной;
 в) токи ротора при скорости $\omega_r = 115,17 \text{ рад/с}$ больше номинальной;
 г) при ступенчатом изменении скорости ротора $\omega_r = 94,23, 104,7, 115,17 \text{ рад/с}$;
 д) напряжение статора для всех режимов

Рисунок 2 – Временные диаграммы токов ротора

Как видим при угловой скорости вращения ротора меньше синхронной, для обеспечения стандартной частоты напряжений обмоток статора, ток ротора имеет прямое чередование фаз с частотой пропорциональной разности синхронной и реальной угловой скорости ротора (рисунок 2а), если угловая скорость ротора равна синхронной, частота тока фаз ротора равна нулю (постоянный ток) (рисунок 2б), когда угловая скорость ротора больше синхронной ток ротора имеет обратное чередование фаз с частотой пропорциональной разности синхронной и реальной угловых скоростей ротора (рисунок 2в). При ступенчатом изменении угловой скорости вращения ротора, токи фаз ротора меняют частоту и чередование в зависимости от текущей угловой скорости вращения ротора и становятся постоянными равными своим мгновенным значениям в момент достижения ротором синхронной скорости (рисунок 2г). Для всех указанных режимов частота напряжения фазы статора остается неизменной (рисунок 2д).

Также были проведены аналогичные численные эксперименты по возможности регулирования напряжения обмоток статора.

Литература

1. Разработка микропроцессорной системы управления возбуждением генератора микроГЭС на базе асинхронной машины с фазным ротором, позволяющей стабилизировать частоту и величину выходного напряжения: отчет о НИР/ КАЗНИИМЭСХ: рук. Кешуов С.А., исполн.: Ордатаев О.Б. и др. – Алматы, 2013. - № ГР0113РК00630.
2. Соколов М.М., Петров Л.П., Масандилов Л.Б., Ладензон В.А. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электроприводе /Соколов М.М. – М.: Энергия, 1967. – 200 с.
3. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. – Л.: Энергия, 1980. – 256 с.
4. Кешуов С.А. Автономный электропривод мобильных сельскохозяйственных машин. – Алматы: КазНИИНКИ, 1993. – 171 с.
5. Кешуов С.А. Режимы работы автономного электропривода мобильных сельскохозяйственных машин. – Алматы: КазНИИНКИ, 1994. – 87 с.

УДК 621.313

Кешуов С.А., профессор, КазНИИМЭСХ, Алматы;
Ордатаев О.Б., магистр, КазНАУ, Алматы; **Кротов Л.Д.**, с.н.с., Каз-
НИИМЭСХ, Алматы; **Савицкий В.С.**, техник, КазНИИМЭСХ, Алматы

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА НА БАЗЕ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

Даны результаты разработки микропроцессорной системы возбуждения автономного генератора на базе машины с фазным ротором позволяющей стабилизировать параметры выходного напряжения при переменных скорости ротора и величины нагрузки. Показаны результаты лабораторных испытаний системы возбуждения в различных режимах

Нами разработана система возбуждения генератора на базе асинхронной машины с фазным ротором, позволяющая поддерживать на выводах обмотки статора номинальные значения напряжения и частоты при переменных величинах частоты вращения ротора и нагрузки [1].

Принципиальная схема системы возбуждения на базе микропроцессорной техники приведена на рисунке 1.

Силовой блок инвертора системы возбуждения состоит из 3-х полумостов выполненных на силовых IGBT транзисторах VT1 – VT6, встречно параллельных диодов VD20 – VD25 соответствующих силовым транзисторам и демпферного конденсатора C1 [2].

Блок получает питание от трехфазного выпрямителя, подключенного к понижающему трансформатору Т3. Первичная обмотка трансформатора подключена к обмотке статора генератора.

Конденсатор C10, подключенный к выходным зажимам выпрямителя, служит для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения и для запаса энергии, необходимой при запуске генератора.

Микропроцессор dsPIC33FJ64MC802, выполняет функции цифрового сигнального контроллера для управления драйвером модулей транзисторов IGBT.

Обратная связь по напряжению осуществляется цепочкой – понижающий трансформатор Т2, выпрямитель, конденсатор С3, микроконтроллер AN0 AN1. Напряжение обратной связи, подаваемое на АЦП микроконтроллера преобразовывается в цифровой эквивалент и далее по заложенному алгоритму осуществляется регулировка параметров выходного сигнала микроконтроллера.

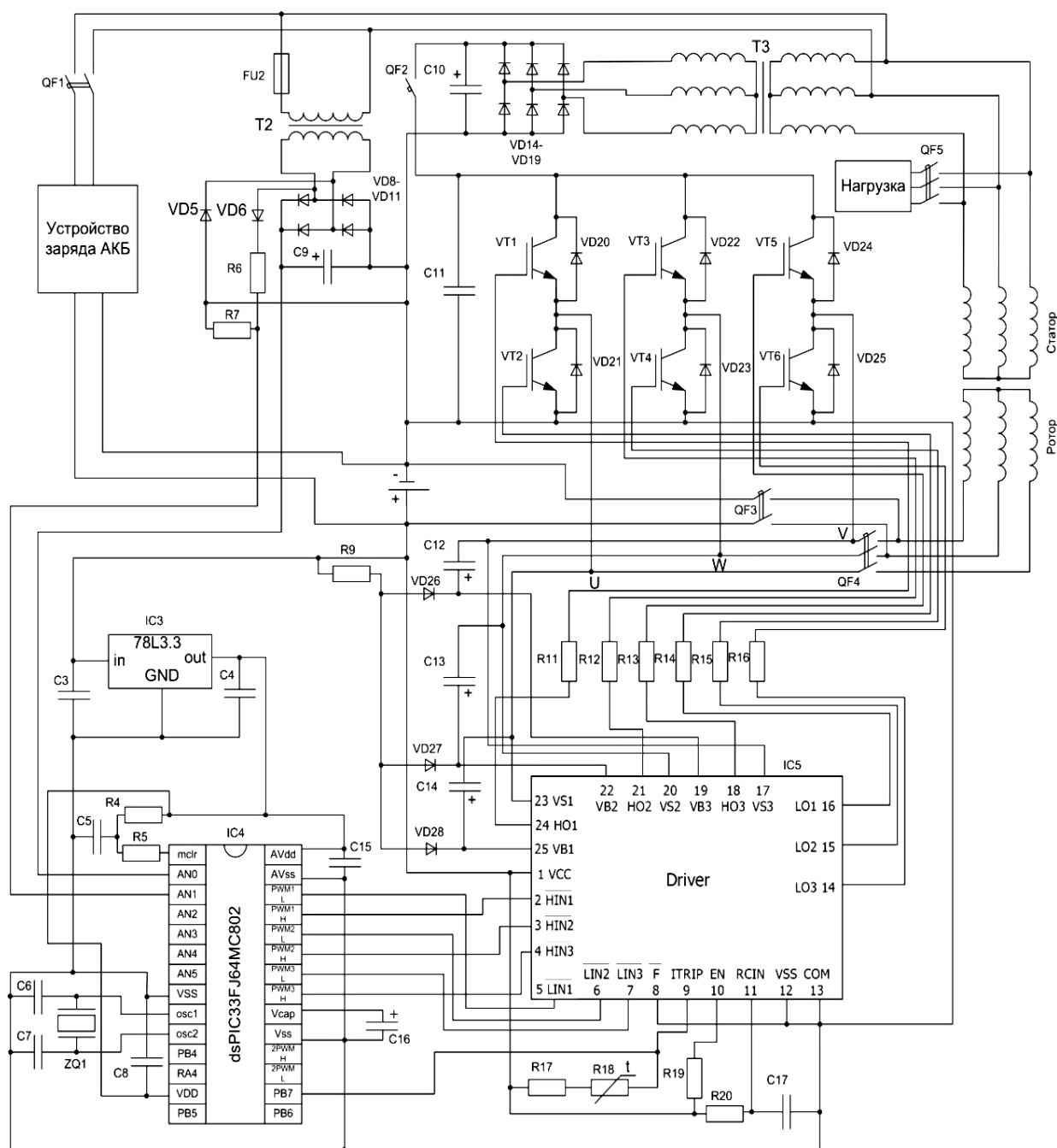


Рисунок 1 – Принципиальная схема системы возбуждения генератора на базе микропроцессорной техники

Обратная связь по частоте выполняется цепочкой понижающий трансформатор T2, диоды VD5, VD6, цифровой вход (вывод AN1) микропроцессора. В соответствии с введенной в микроконтроллер программой, по переднему фронту входного сигнала запускается цифровой счетчик времени, по приходу на вход микропроцессора следующего переднего фронта сигнала, счетчик завершает счет, и полученное значение времени в машинных тактах микропроцессора преобразовывается в частоту. Про-

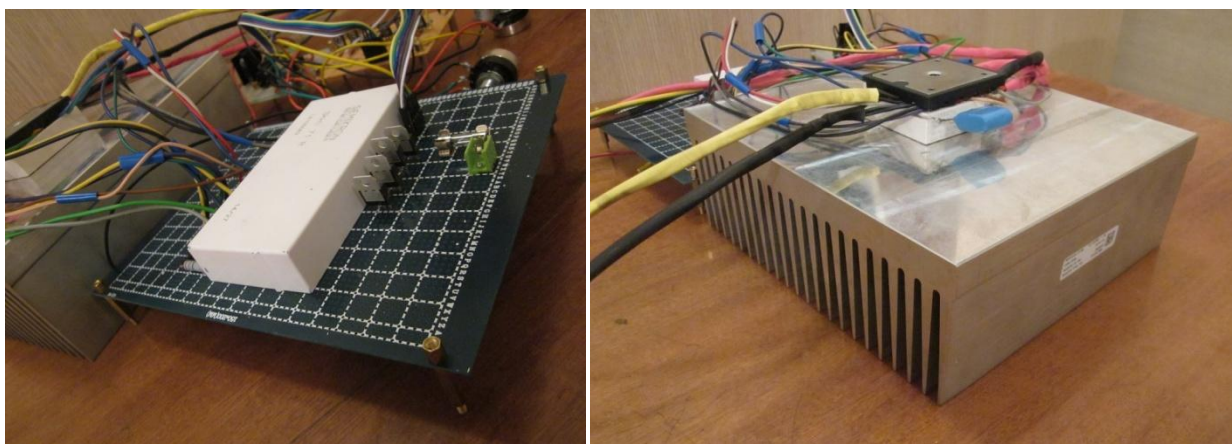
грамма реагирует на изменение частоты от заданного нормативного значения и по заложенному алгоритму стабилизирует ее.

Если частота вращения ротора становится меньше номинального значения $n_r < n_{rn}$, то частота напряжения обмотки статора также становится меньше номинальной $f_s < f_{sn}$, и микроконтроллер дает сигнал драйверу на увеличение частоты выходного напряжения инвертора. Этот процесс идет до тех пор, пока частота напряжения обмотки статора не станет равной номинальной.

Соответственно, при повышении частоты вращения ротора от номинального $n_r > n_{rn}$, частота напряжения обмотки статора становится больше номинальной $f_s > f_{sn}$, и микроконтроллер дает сигнал драйверу на изменение чередования фаз и увеличение частоты выходного напряжения инвертора.

При снижении напряжения обмотки статора $U_s < U_{sn}$, микроконтроллер дает сигнал драйверу на увеличение выходного напряжения инвертора. При этом повышается ток возбуждения генератора и увеличивается напряжение на выводах обмотки статора. Этот процесс идет до тех пор, пока напряжение обмотки статора не станет равным номинальному. При повышении напряжения на обмотке статора $U_s > U_{sn}$ идет обратный процесс.

Внешний вид экспериментального образца инвертора системы возбуждения приведен на рисунке 2.



а) драйвер;

б) силовой блок

Рисунок 2 – Экспериментальный образец инвертора системы возбуждения

Была составлена программа экспериментальных исследований разработанной системы возбуждения генератора, которая предусматривала исследование возможностей системы возбуждения по поддержанию номинальной частоты и напряжения обмоток статора при изменении частоты вращения ротора в режимах работы на постоянную активную и активно-индуктивную нагрузку, а также при переменной активной нагрузке [3].

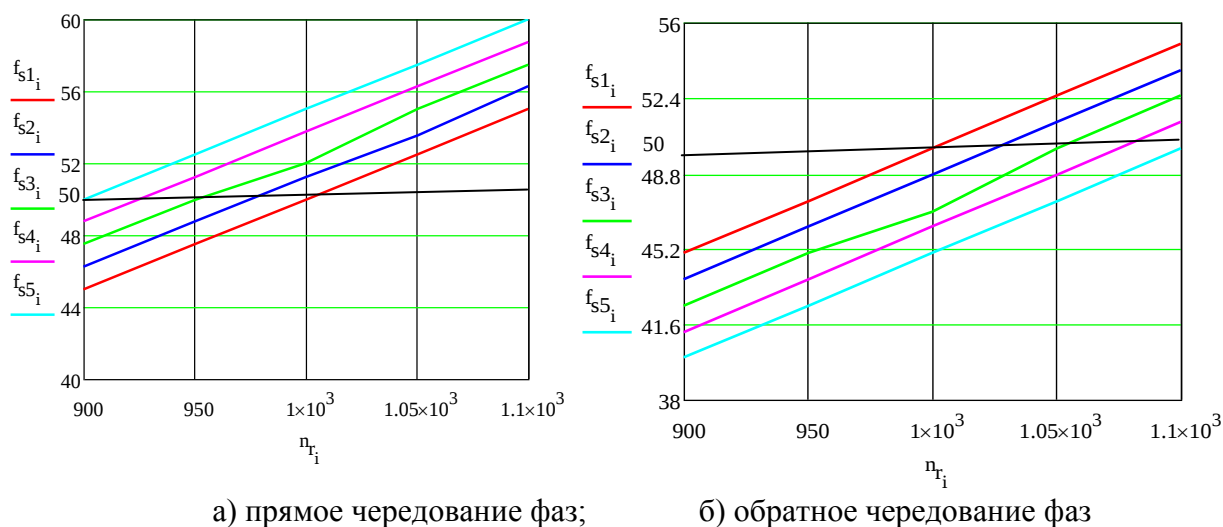


Рисунок 4 – Графики зависимостей частоты напряжения статора f_s от частоты вращения ротора n_r , для частоты тока ротора $f_2 = 0; 1,25; 2,5; 3,75; 5,0$ Гц

На рисунке, черным цветом показана зависимость частоты напряжения статора при регулировании частоты тока ротора пропорционально величине изменения частоты вращения ротора. Как видим, система возбуждения генератора позволяет регулировать частоту и изменять чередование фаз тока ротора, а также поддерживать стандартное значение частоты напряжения на обмотках статора при изменении частоты вращения ротора в пределах $900 \leq n_r \leq 1100$ 1/мин.

Осциллограммы фазных напряжений обмоток статора при $n_r = 1000$ 1/мин, в режиме холостого хода, приведены на рис. 5. Здесь жирными точками показаны результаты расчета на математической модели напряжения фазы А статора.

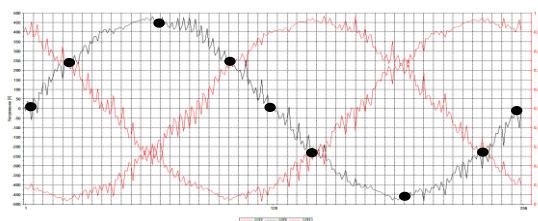


Рисунок 5 – Фазные напряжения обмоток статора при $n_s = 1000$ 1/мин.

Осциллограммы показывают, что система возбуждения позволяет получить трехфазное синусоидальное напряжения на обмотках статора. Мгновенные значения напряжения фазы А статора, полученные расчетным путем соответствуют мгновенным значениям первой гармонической составляющей осциллограммы напряжения фазы А статора.

На нижеприведенных рисунках показаны зависимости напряжения и тока ротора от частоты вращения ротора и величины нагрузки генератора при поддержании постоянной величины напряжения обмоток статора.

Графики зависимостей фазного напряжения U_r и тока I_r ротора от частоты вращения ротора, при работе генератора с $I_s = \text{const}$, $U_s = \text{const}$ на активную нагрузку, при чередовании фаз и переменной частоте тока ротора f_r приведены на рисунке 6.

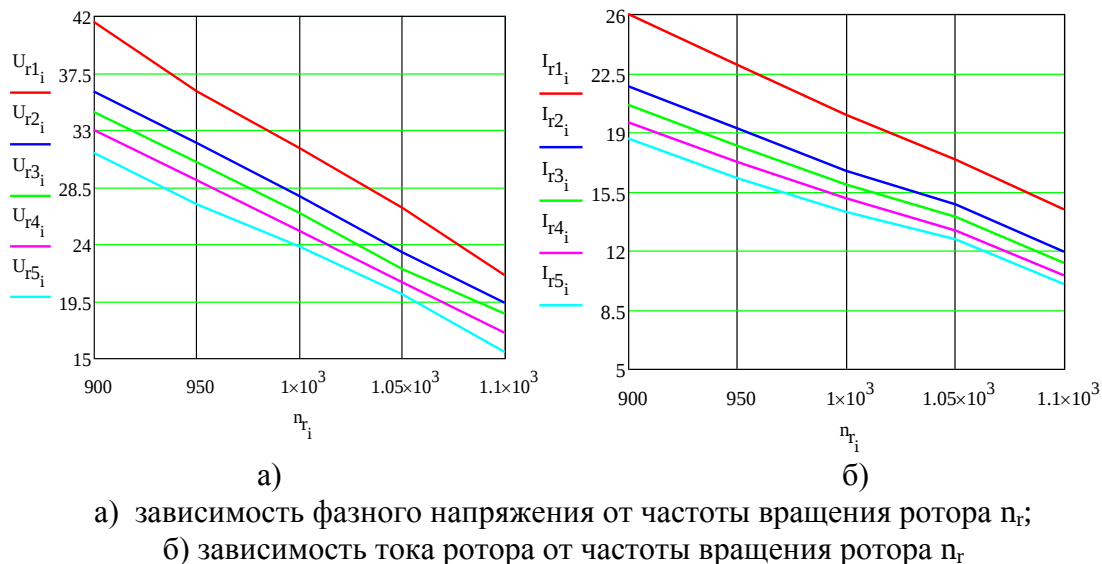


Рисунок 6 – Графики зависимостей фазного напряжения U_r и тока I_r ротора от частоты вращения ротора n_r для частоты тока ротора $f_r = 0; 1,25; 2,5; 3,75; 5,0$ Гц соответствующей $U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{r4}, U_{r5}$ и $I_{r1}, I_{r2}, I_{r3}, I_{r4}, I_{r5}$ при работе генератора на постоянную активную нагрузку с $I_s = 3,6$ А, $U_s = 220$ В

То же для работы генератора на постоянную активно-индуктивную нагрузку показано на рисунке 7.

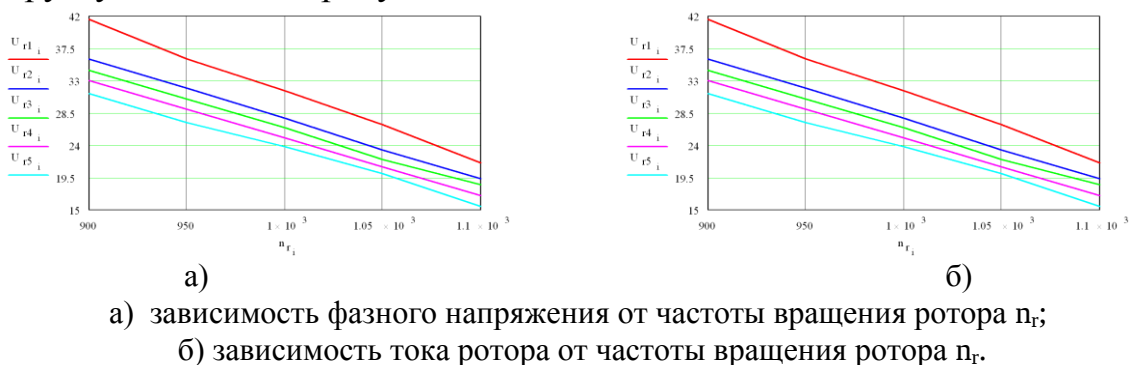


Рисунок 7 – Графики зависимостей фазного напряжения U_r и тока I_r ротора от частоты вращения ротора n_r для частоты тока ротора $f_r = 0; 1,25; 2,5; 3,75; 5,0$ Гц соответствующей $U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{r4}, U_{r5}$ и $I_{r1}, I_{r2}, I_{r3}, I_{r4}, I_{r5}$, при работе генератора на постоянную активно-индуктивную нагрузку с $I_s = 3,0$ А, $U_s = 220$ В

Графики зависимостей фазного напряжения U_r и тока I_r ротора от тока нагрузки I_s , при работе генератора с $U_s = \text{const}$ на переменную активную нагрузку, частоте вращения ротора $n_r = \text{const}$ и частоте тока ротора $f_r = 0$ приведены на рисунке 8.

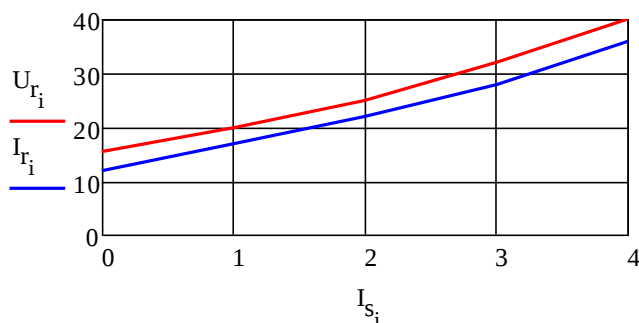


Рисунок 8 – Графики зависимостей фазного напряжения U_r и тока I_r ротора от тока нагрузки I_s при частоте вращения ротора $n_r = 1000$ 1/мин, частоте тока ротора $f_r = 0$ Гц, при работе генератора на переменную активную нагрузку с $U_s = 220$ В

Приведенные графики показывают возможность системы возбуждения поддерживать постоянное напряжение на выходе генератора при указанных условиях работы.

В целом результаты лабораторных исследований показали, что разработанная система возбуждения генератора на базе асинхронной машины с фазным ротором, позволяет получить симметричное трехфазное напряжение со стандартной величиной и частотой фазного напряжения при всех возможных режимах работы генератора.

Литература

1. Разработка микропроцессорной системы управления возбуждением генератора микроГЭС на базе асинхронной машины с фазным ротором, позволяющей стабилизировать частоту и величину выходного напряжения: отчет о НИР/ КАЗНИИМЭСХ: рук. Кешуов С.А., исполн.: Ордатаев О.Б. – Алматы, 2013. – № ГР0113РК00630.
2. Флоренцев С. Н. Силовые IGBT модули – основа современного преобразовательного оборудования //Электронные компоненты, 2002. – №6. – С.44-55.
3. ГОСТ Р 53472-2009 Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний.

УДК 681.3.06:(001.76:631.5/.9)

*Евстропов А.С., канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник,
Ходакова Т.А., канд. экон. наук, зам. зав. отделом, Мешков И.В., стар-
ший научный сотрудник ГНУ ВНИМС; Россия, г. Рязань*

КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В РЕГИОНАХ РОССИИ

Рассмотрена проблема автоматизации процесса мониторинга технической и технологической модернизации растениеводства в субъектах Российской Федерации. Предложен методический подход к оценке регионов по показателям модернизации растениеводства и государственной поддержки, реализованный на ПЭВМ.

Для достижения и дальнейшей стабилизации агропродовольственной независимости России перед сельскохозяйственной отраслью страны стоит необходимость форсированного перехода на инновационный путь развития.

Ведение агропроизводства в регионах Российской Федерации с широким использованием ресурсосберегающих технологий и современной высокопроизводительной техники является основой повышения конкурентоспособности продукции на продовольственном рынке. В условиях вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО) эта проблема приобретает особую актуальность.

В соответствии с правилами ВТО аграрная политика в сфере государственной поддержки сельского хозяйства регионов требует корректировки, в том числе и в области технико-технологического обновления и модернизации подотрасли растениеводства.

В новых условиях ограничений, накладываемых на объемы бюджетных средств для поддержки аграрной отрасли, безусловно, усиливаются требования к избирательности их распределения между субъектами Российской Федерации.

Так, установление приоритетности регионов на получение финансовых средств для технико-технологической модернизации растениеводства требует учета показателей интенсификации, механизации и эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур, объемов средств, предусматриваемых в рамках региональных государственных программ поддержки инновационного развития подотрасли, объемов привлеченных субсидированных кредитов и инвестиций для этих целей.

Учитывая актуальность и значимость данной проблемы, ВНИМСом разработана методика рейтинговой оценки деятельности регионов Российской Федерации по технической и технологической модернизации растени-

еводства [1], [2] (далее методика) и на ее основе алгоритм и программное обеспечение решения этой задачи на ПЭВМ.

Предлагаемый методикой набор отчетных показателей сельскохозяйственной деятельности региональных АПК, а также методы их анализа и обработки позволяют обеспечить получение всесторонних и достоверных оценок исследуемого процесса в подотрасли растениеводства РФ в разрезе отдельных ее субъектов. Компьютеризация этого процесса создает возможность мониторинга показателей и анализа результатов их оценки на постоянной основе, обеспечивает формирование информационного базиса для обоснованного распределения и контроля эффективности использования бюджетных средств регионами по целевому назначению.

Кратко остановимся на содержательной части методического подхода, положенного в основу алгоритма решения рассматриваемой задачи с использованием ПЭВМ. Сущность данного подхода состоит в сравнительной оценке регионов по показателям, отражающим состояние и тенденции технико-технологической модернизации растениеводства в регионах, а также финансовой поддержки данного направления за счет средств федерального и регионального бюджетов и иных источников.

Последнее характеризует деловую активность региональных органов управления АПК в инициировании разработки, принятии и эффективной реализации всех программ (не только государственных), действующих в регионе по поддержке инновационного развития рассматриваемой подотрасли.

Для наиболее полной оценки сельскохозяйственного производства регионов в области модернизации, наряду с анализом и сравнением показателей за год, методикой предусматривается анализ их динамики в течение исследуемого периода. Все показатели, участвующие в рейтинговой оценке технической и технологической модернизации растениеводства субъектов РФ, скомпонованы в четыре группы:

- основные показатели технической оснащенности подотрасли;
- объемы приобретения техники в рамках региональных программ;
- объемы финансовой поддержки технической и технологической модернизации растениеводства;
- общие финансово-экономические показатели производства продукции растениеводства.

Для оценки технической оснащенности регионального сельхозпроизводства в методике заложено использование показателей наличия основных видов сельскохозяйственной техники в физическом и эталонном исчислении; абсолютных и удельных величин энергетических мощностей; энергообеспеченности посевной площади (на 100 га); энерговооруженности (на одного среднегодового работника); коэффициента обновления машинно-тракторного парка; показателей средней удельной мощности парка

тракторов и комбайнов; удельного веса основных видов техники со сроком эксплуатации не более 10 лет.

Сравнение деятельности региональных органов управления в сфере финансовой поддержки растениеводства предусматривается на основе показателей, отражающих объемы субсидирования мероприятий по техническому и технологическому перевооружению подотрасли за счет региональных бюджетов, а также объемы субсидированных кредитов, привлеченных на эти цели.

В составе математического аппарата для установления рейтинга регионов по вышеуказанным показателям в методике предлагается применение непараметрических методов многомерного анализа (метод «Паттерн»), метода корреляционных ранговых сопоставлений (метод Сыроежина И.М.) [3], [4] и классических методов арифметической и взвешенной средней.

Первые два метода используются при оценке, соответственно, текущего состояния модернизации и государственной поддержки и его динамики в течение исследуемого статистического периода. Последние – при определении интегральной (окончательной) рейтинговой оценки регионов. На рисунке приведена блок-схема решения задачи.

При использовании метода «Паттерн» в качестве оснований стандартизированных показателей используются наибольшие либо наименьшие их значения (в зависимости от сущности показателей) в рассматриваемой группе регионов. За эталон принимается условно взятый регион с максимальными (либо минимальными) значениями исследуемых показателей.

На первом этапе сравниваются фактические значения показателей регионов с эталонными (максимальными либо минимальными) значениями одноименных показателей условного взятого региона:

$$P'_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{i\max}} \text{ или } P'_{ij} = \frac{P_{i\min}}{P_{ij}}, \quad (1)$$

где i – порядковый номер показателя ($i = 1, 2, \dots, n$); j – порядковый номер региона ($j = 1, 2, \dots, m$).

Затем по каждому участвующему в рейтинге региону определяются суммы полученных результатов (долей) по всем рассматриваемым показателям:

$$P'_j = \sum_{i=1}^n P'_{ij}. \quad (2)$$

На завершающем, третьем этапе решения задачи делением полученных сумм на общее число показателей определяются средние «Паттерн» по рассматриваемой группе показателей:

$$P_j = P'_j / n. \quad (3)$$



Рисунок 1 – Блок-схема решения задачи

Оценка динамики модернизации регионов и ее государственной поддержки в изучаемом временном периоде с использованием метода корреляционных ранговых сопоставлений включает последовательное выполнение следующих этапов:

- формирование системы нормативных (или базисных) показателей оцениваемых процессов (СНП);
- задание на списке показателей СНП эффективного (нормативного) динамического режима;

- сравнение скоростей изменения показателей эффективного и фактического динамических рядов по отклонениям и перестановкам (инверсиям);

- расчет коэффициентов ранговой корреляции и определение интегрального показателя динамики оцениваемых процессов.

Величина результирующего показателя определяется по формуле

$$P = [1 - \frac{3\sum_{i=1}^n O_i^2}{n(n^2 - 1)}][1 - \frac{2\sum_{i=1}^n Q_i}{n(n-1)}] \quad (4)$$

где O_i – отклонение фактического ранга скорости изменения i -го показателя СНП от нормативного; Q_i – число инверсий (перестановок) фактического ранга i -го показателя СНП с рангами остальных; n – общее число показателей СНП.

Q_i по определению задается соотношением

$$Q_i = \sum_{k=i+1}^n u_k, \quad u_k = \begin{cases} 1, & \text{если } r_k \phi < r_i \phi \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (5)$$

где $r_k \phi$ и $r_i \phi$ – фактические ранги сравниваемых показателей P_k и P_i .

Комплекс программ по реализации изложенной методики на ПЭВМ разработан с использованием современных и доступных системных компонентов: операционной системы Windows, СУБД - My ASQL, языка высокого уровня C#, системы, обеспечивающей доступ к базе данных - db Fordge My SQL.

Опытная апробация программного обеспечения проводилась на реальной информации семнадцати регионов Центрального федерального округа России. Входная информация для установления рейтинга среди выбранных регионов представлена данными по 63 планово-отчетным показателям (2007-2011 г.г.) в соответствии с группами, заложенными в методике. При ее формировании использовались официальные данные статистической и отраслевой отчетности Росстата и Минсельхоза России. Конечные результаты рейтинговой оценки приведены в таблице.

Как свидетельствует практика, полученные результаты компьютеризированного решения рассматриваемой задачи играют важную роль в деятельности как федерального отраслевого министерства, так и департаментов (министерств) управления агропромышленным комплексом в регионах России. В первом случае результаты рейтинговой оценки являются базовыми при обосновании и принятии управленческих решений по государственной поддержке инновационного развития растениеводства в масштабе Российской Федерации. Сопоставление рейтинга регионов по показателям модернизации растениеводства и ее государственной поддержки позволяет

выявлять допущенные несоответствия при распределении средств федерального бюджета и вносить обоснованные поправки в этот процесс. Во втором – они позволяют оценить место конкретного региона по уровню модернизации технологических процессов в растениеводстве среди регионов, сходных по природным и производственно-экономическим условиям производства. Результатом этого являются выявление как конкурентных преимуществ, так и «слабых мест» в региональной стратегии модернизации агропроизводства и последующее принятие обоснованных решений по ее корректировке.

Таблица 1– Результаты рейтинговой оценки деятельности регионов Центрального федерального округа по технико-технологической модернизации растениеводства и ее государственной поддержке

Хозяйствующий субъект – регион РФ		Многомерная оценка результативности и эффективности модернизации, %	Рейтинг по гр.3	Многомерная оценка структуры и динамики господдержки, %	Рейтинг по гр.5	Общая многомерная оценка модернизации и ее господдержки, %	Рейтинг по гр.7
№ п/п	Наименование						
1	Белгородская область	50,14	5	72,31	1	61,23	1
2	Курская область	46,37	8	59,21	2	52,79	2
3	Московская область	44,37	11	54,28	4	49,33	3
4	Костромская область	36,00	17	58,56	3	47,28	4
5	Липецкая область	50,51	3	42,46	5	46,49	5
6	Владимирская область	55,29	1	24,14	6	39,72	6
7	Брянская область	47,43	6	20,67	7	34,05	7
8	Рязанская область	50,44	4	17,06	8	33,75	8
9	Тамбовская область	53,43	2	13,67	10	33,55	9
10	Тульская область	47,17	7	12,93	11	30,05	10
11	Орловская область	43,21	12	15,95	9	29,58	11
12	Воронежская область	46,22	9	10,45	14	28,34	12
13	Ярославская область	46,14	10	8,69	15	27,42	13
14	Ивановская область	38,27	14	11,55	12	24,91	14
15	Калужская область	41,28	13	7,38	17	24,33	15
16	Смоленская область	36,81	16	11,54	13	24,18	16
17	Тверская область	38,07	15	8,22	16	23,15	17

К достоинству разработанной методики следует отнести предусмотренный в программах учет динамичности растениеводства, обусловленной влиянием ее микро- и макросреды (почва, климат, организация производства, экономика, внутренняя и внешняя политика государства и др.). При этом заложенное в алгоритме внесение требуемых изменений осуществляется пользователем в состав и ранжирование исходных показателей по значимости, не нарушая работы программного комплекса в целом. Это позволит избежать дополнительных затрат при необходимости его адаптации к подобного рода изменениям.

Актуальность и практическую значимость разработки состоит в формировании постоянно действующей электронной базы данных для обоснованного избирательного распределения средств государственной поддержки технической и технологической модернизации растениеводства по регионам России.

Создание Европейско-Азиатского Союза ставит на повестку дня гармонизацию технической политики в сельском хозяйстве стран-участниц – России, Беларуси и Казахстана. В этой связи описанная выше разработка ВНИМСа, получившая государственную регистрацию в Роспатенте, может являться основой для компьютеризации процессов мониторинга и анализа технической и технологической модернизации сельскохозяйственного производства указанных государств.

Литература

1. Разработать методику рейтинговой оценки мер государственной поддержки технической и технологической модернизации АПК региона: отчет о НИР/ ГНУ ВНИМС; науч. рук. А.С. Евстропов; исполн.: Мешков И.В. [и др.]. – Рязань, 2009. – 79с. – Инв.№2323.

2. Провести экспериментальную проверку и усовершенствовать методику рейтинговой оценки деятельности региональных органов управления АПК по технической и технологической модернизации растениеводства: отчет о НИР/ ГНУ ВНИМС; науч. рук. А.С. Евстропов; исполн.: Мешков И.В. [и др.]. – Рязань, 2010. – 112 с. – Инв.№2336.

3. Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества /И.М. Сыроежин. – М.: Экономика, 1970.

4 Сыроежин И.М. Плановность. Планирование. План. – М.: Экономика, 1986.

УДК 631.353.3

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ТЕХНИКЕ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ, ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ НА ОТКОРМОЧНЫХ ПЛОЩАДКАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Определена потребность в косилках, косилках-плющилках, рулонных пресс-подборщиках, комбикормовых цехах, измельчителях-смесителях-раздатчиках кормов для откормочных площадок крупного рогатого скота с различным поголовьем животных.

В последние годы в республике взят курс на ускоренное развитие животноводства. Поставлена задача резко увеличить производство мяса для обеспечения этим продуктом своего населения и увеличить поставки в страны ближнего зарубежья, в первую очередь в Россию, где имеется практически необъятный его рынок, и в другие страны. Производство говядины высокого качества осуществляется на откормочных площадках и фермах с использованием высококачественных кормов.

С учетом мирового опыта, в последние годы в Казахстане разработан и принят к реализации проект «Развитие экспортного потенциала мяса КРС на 2011-2020 гг.». Планируется, что реализация проекта будет иметь значительный социально-экономический эффект и позволит создать условия для экспорта 60 тыс. т мяса к 2016 и 180 тыс. т к 2020 гг.

Для ускорения этого процесса в ближайшие 5 лет в республику предполагается завезти как минимум 72 тыс. гол. племенного скота лучших мировых пород мясного направления, чтобы увеличить количество племенного поголовья до 246 тыс., в т.ч. маточного до 135 тыс. гол.

Создается сеть откормочных площадок на 20 тысяч скотомест единовременного содержания. До 2015г. планируется создать откормочных площадок на 150 тыс. мест. За счет собственных средств инвесторов будет создано площадок на 5,3 тыс. мест.

В Алматинской области для реализации Программы повышения экспортного потенциала мяса говядины предполагается создать 133 фермерских хозяйств. В связи с этим необходимо обосновать комплексы машин для откормочных ферм с различным поголовьем крупного рогатого скота в различных регионах. Привесы животных зависят от количества и качества кормовых рационов. Зоотехнической наукой установлена эффективность скармливания животным полнорационных кормосмесей (ПКС), состоящих из грубых кормов, силоса, комбикормов и других компонентов.

В соответствии с региональными базовыми рационами кормления [1] и нормами технологического проектирования предприятий КРС мясного

направления [2], разработанными ТОО «КазНИИЖиК», нами определена средняя суточная потребность в кормах и потребность в кормах на период откорма, составляющий 90 дней, для откормочных площадок с поголовьем от 1 до 10 тыс. животных (таблица 1).

Таблица 1 – Потребность в кормах

Вид корма	Суточный рацион на 1 голову, в кг	Потребность в кормах на ферму, т				
		1 тыс. голов	2 тыс. голов	3 тыс. голов	5 тыс. голов	10 тыс. голов
Сено	7,5	7,5/675	15/1350	22,5/2025	37,5/3375	75/6750
Силос	15	15/1350	30/2700	45/4050	75/6750	150/13500
Концкорма	5,5	5,5/495	11/990	16,5/1485	27,5/2475	55/4950
Итого	28	28/2520*	56/5040	84/7560	140/126	280/25200

*Примечание: числитель - суточная потребность.

Знаменатель - на период откорма.

Диапазон изменения урожайности кормовых культур на орошаемых и не поливных участках может изменяться по регионам в зависимости от природно-климатических условий года и ряда других факторов и составляет примерно для сена из люцерны 3-5т/га, кукурузы на силос 20-40т/га. Исходя из этого, определены необходимые площади возделывания этих культур для откормочных ферм с различным поголовьем животных (таблица 2).

Таблица 2 – Площади возделывания кормовых культур в зависимости от урожайности

Урожайность, т/га		Необходимая площадь возделывания, га				
Сено из люцерны	Кукуруза на силос	1 тыс. голов	2 тыс. голов	3 тыс. голов	5 тыс. голов	10 тыс. голов
5.0	40.0	50/34	100/68	150/102	250/170	500/340
4.5	35.0	56/39	112/78	168/117	281/195	562/390
4.0	30.0	64/45	128/90	193/135	321/225	643/450
3.5	25.0	75/54	150/108	225/162	375/270	750/540
3.0	20.0	86/67*	156/134	258/201	430/335	860/670

*Примечание: числитель - площадь под люцерну.

Знаменатель - площадь под кукурузу.

Для заготовки и приготовления кормов используются косилки и ко-силки-плющилки различных типов, грабли, пресс-подборщики, кормоуборочные комбайны, комбикормовые цехи и агрегаты, измельчители-смесители-раздатчики и другое оборудование [3, 4].

Для определения потребности в различных агрегатах необходимо знать их дневную выработку.

Дневная выработка любого агрегата для заготовки кормов определяется по формуле

$$W_g = W_{\text{экс}} T_g, \quad (1)$$

где W_g – дневная выработка агрегата, га; $W_{\text{экс}}$ – производительность агрегата в га за 1 час эксплуатационного времени; T_g – продолжительность рабочего дня, ч.

Для того, чтобы выполнить требуемый объем работы за агросрок, который дается на проведение технологической операции необходимо выполнение условия

$$F = N W_{\text{экс}} T_g A, \quad (2)$$

где F – убираемая площадь трав, га; N – число агрегатов; A – агросрок на проведение технологической операции, в днях.

Из формулы (2) можно определить потребное число агрегатов

$$N = \frac{F}{W_{\text{экс}} T_g A}, \quad (3)$$

Таким образом, зная производительность любого агрегата за 1 час эксплуатационного времени, определяется их потребное число.

Заготовка кукурузного силоса и сенажа производится с использованием кормоуборочных комбайнов.

Потребное число кормоуборочных комбайнов определяется по формуле:

$$N_k = \frac{F_k}{W_k T_g A_m}, \quad (4)$$

где F_k – убираемая площадь га; N_k – потребное число кормоуборочных комбайнов; W_k – производительность кормоуборочного комбайна за 1 час эксплуатационного времени, га/час; A_m – допустимый срок заполнения одной траншеи силосной или сенажной массой, дней.

При заготовке сена первой операцией является скашивание. Для определения потребности в косилках, косилках-плющилках необходимо знать сменную выработку различных косилочных агрегатов. Используя различные информационные источники, а также расчетные данные и результаты испытаний определена выработка агрегатов при различной продолжительности рабочего дня (таблица 3). При этом учтено, что в условиях Южного региона республики на орошаемых участках, где в основном используется

бороздковый полив и поля имеют неровный рельеф скорость косилочных и других агрегатов, как правило, не превышает 7 км/час что снижает их возможную техническую производительность.

В таблице 3 приведена выработка косилок и косилок-плющилок с сегментно-пальцевыми (КС-Ф-2,1, КДС-4, КПП-4,2, Мак-Дон 100 и др.) и ротационными режущими аппаратами (КРН-2,1Ф, КПП-3,1, КПН-6, КПР-9). Последние имеют большую производительность и энергоемкость и рекомендуются к применению на высокоурожайном травостое 25 т/га и выше зеленой массы на ровных безкаменистых полях.

Таблица 3 – Сменная выработка косилочных агрегатов

Состав косилочного агрегата	Выработка агрегатов, га						
	за 1 час экспл. времени	за 7 час смен- ного времени	за 10 час смен- ного времени	за 14 час смен- ного времени	за агро- срок при 7 часах смен- ного времени	за агро- срок при 10 часах смен- ного времени	за агро- срок при 14 часах смен- ного времени
Беларус 80/82 + КС-Ф-2,1	1,0	7,0	10,0	14,0	35,0	50,0	70,0
Беларус 80/82 + КРН-2,1Ф	1,3	9,1	13,0	18,2	45,5	65,0	91,0
Беларус 80/82 + двухбрусная косилка КДС-4 (КДП-4)	2,0	14,0	20,0	28,0	70,0	100,0	140,0
Беларус 80/82 + прицепная экспериментальная КАП-4 (КазНИИМЭСХ)	1,9	13,3	19,0	26,6	66,5	95,0	133,0
Беларус 80/82 + КПП-3,1	1,6	11,2	16,0	22,4	56,0	80,0	112,0
Беларус 80/82 + косилка-плющилка КПП-4,2	1,9	13,3	19,0	26,6	66,5	95,0	133,0
Самоходная жатка Мак Дон 100	3,2	22,4	32,0	44,8	112,0	160,0	224,0
Беларус 80/82+жатка ЖВП-4,9	2,2	15,4	22,0	30,8	77,0	110,0	154,0
УЭС-2-250 (УЭС-2-280)+ косилка-плющилка КПН-6-Ф	3,2	22,4	32,0	44,8	112,0	160,0	224,0
УЭС-2-250 (УЭС-2-280) + косилка-плющилка КПР-9	4,6	32,2	46,0	64,4	161,0	230,0	322,0

В нашей республике они находят меньшее применение, чем сегментно-пальцевые косилки. Следует отметить, что они небезопасны в эксплуатации.

Используя полученные данные, определена потребность в различных косилочных агрегатах для откормочных площадок в Южном регионе республики с различным поголовьем животных при урожайности травостоя на сено 3,5 т/га и 5 т/га (таблица 4).

При этом было принято, что скашивание осуществляется за 5 рабочих дней, продолжительность рабочего дня 10 часов. Имея эти данные, потребитель может выбрать пригодные для его условий агрегаты по техническим показателям и цене, которая приводится в прайс-листах.

Таблица 4 – Потребность в косилочных агрегатах (Южный регион)

Состав агрегата	Урожайность сена, т/га	Поголовье животных, тыс.				
		1	2	3	5	10
Беларусь 80/82 + КС –Ф – 2,1	3,5	2	3	5	8	15
	5,0	1	2	3	5	10
Беларусь 80/82 + КРН – 2,1Ф	3,5	1-2	2-3	3-4	6	12
	5,0	1	2	2-3	4	8
Беларусь 80/82 + (КДС-4, КДП-4, КПП-4,2, КАП-4)	3,5	1	2	2-3	4	8
	5,0	1	1	2	3	5
Беларусь 80/82+(КПП-3,1, КП-310, КПРН-3А)	3,5	1	2	3	4-5	9
	5,0	1	1-2	2	3	6-7
Мак Дон-100, УЭС-2-250(УЭС-2-280)+КПН-6-Ф (Палессе СН 60F)	3,5	1	1	2	2-3	5
	5,0	1	1	1	2	3
Беларусь 80/82+ ЖВП- 4,9	3,5	1	1-2	2	3-4	7
	5,0	1	1	1-2	2-3	5
УЭС-2-250 (УЭС-2-280)+ КПП-9 (Палессе СН 90)	3,5	1	1	1	2	3-4
	5,0	1	1	1	1	2-3

Мировой опыт показывает, что наиболее эффективной технологией заготовки сена для откормочных площадок является прессование его в виде рулонов. Скашивание травостоя для последующего прессования в рулоны осуществляется косилками, скашивающими траву в расстил и косилками-плющилками, жатками, формирующими валки.

Для рационального использования рулонных пресс-подборщиков рекомендуется формировать валок сена для подбора с массой одного погонного метра не менее 3 кг. Для формирования валков с требуемой массой из прокосов и при сдваивании валков используются грабли различного типа: поперечные ГПГ-4, ГПГ-6, ГПГ-12, боковые ГР-700, ГВБ-6,2 колесно-пальцевые ГВ-6, ГВК-6.

В таблице 5 приведена потребность в граблях, в таблицах 6,7 приведена потребность в рулонных прессах ПРФ-145, ПР-145 С, ПР-Ф-200, ПРФ-180, ПР-Ф-750.

Таблица 5 – Потребность в агрегатах для сгребания сена люцерны в валки в зависимости от урожайности и поголовья животных в Южном регионе

Состав агрегата	Урожайность, т/га	Поголовье, тыс.				
		1	2	3	5	10
Беларус 80/82 + ГВР-420, ГВР-4,5	3,5	1	1	1-2	2-3	5
	4,0	1	1	1-2	2-3	4-5
	5,0	1	1	1	2	3-4
	6,0	1	1	1	1-2	3
	7,0	1	1	1	1-2	2-3
Беларус 80/82 + ГВР-6, ГВР-630, ГВБ-6,2	3,5	1	1	1-2	2	3-4
	4,0	1	1	1	1-2	3-4
	5,0	1	1	1	1-2	2-3
	6,0	1	1	1	1	2
	7,0	1	1	1	1	2
Беларус 80/82 + ГВ-6, ГВК-6, ГВК-6А	3,5	1	1	1-2	2-3	4-5
	4,0	1	1	1-2	2	4
	5,0	1	1	1	1-2	3
	6,0	1	1	1	1-2	2-3
	7,0	1	1	1	1	2

Таблица 6 – Потребность в прессовальных агрегатах Беларус 80 + ПРФ-145 (ПР –Ф-200, ПР-145С) для ферм с различным поголовьем животных в Южном регионе

Урожайность сена, т/га	Величина прокоса, м	Производительность пресса за час экпл. времени, га/час	Поголовье, животных тыс.				
			1	2	3	5	10
3,5	4	2	1	2	2-3	4	8
5	4	2	1	1	2	3	5
3,5	6	3	1	1	2	3	5
5	6	3	1	1	1	2	3-4
3,5	8	4	1	1	1-2	2	4
5	8	3,15	1	1	1	2	3-4
3,5	9	4,6	1	1	1	2	3-4
5	9	3,15	1	1	1	2	3-4
6	4	2	1	1	1-2	2	4-5
6	6	2,6	1	1	1	2	3-4
6	8	4,5	1	1	1	2	3-4
6	9	2,8	1	1	1	1	3
7	4	2	1	1	1	2	4
7	6	2,25	1	1	1	2	3-4
7	8	2,2	1	1	1	2	3-4

Таблица 7 – Потребность в прессовальных агрегатах Беларус 80 + ПРФ-180, (ПР-Ф-75) или Беларус 1221 + ПРФ-180 для ферм с различным поголовьем животных в Южном регионе

Урожайность сена, т/га	Величина прокоса, м	Производительность пресса за час экспл. времени, га/час	Поголовье, животных тыс.				
			1	2	3	5	10
3,5	4	2	1	2	2-3	4	8
5	4	2	1	1	2	3	5
3,5	6	3	1	1	2	3	5
5	6	3	1	1	1	2	3-4
3,5	8	4	1	1	1-2	2	4
5	8	4	1	1	1	1-2	3
3,5	9	4,6	1	1	1	2	3-4
5	9	4,2	1	1	1	1-2	2-3
6	4	2	1	1	1-2	2-3	4-5
6	6	3	1	1	1	2	3
6	8	3,5	1	1	1	1-2	2-3
6	9	3,5	1	1	1	1-2	2-3
7	4	2	1	1	1	2	4
7	6	3	1	1	1	1-2	2-3
7	8	3	1	1	1	1-2	2-3

С учетом технических характеристик, а также результатов наблюдений и обработки материалов приемочных и других испытаний кормоуборочных комбайнов определена их выработка (таблица 8, 9). Используя эти данные, определено потребное количество (таблицы 10, 11) кормоуборочных комбайнов с учетом того, что агросрок заготовки силоса не должен превышать 10 дней при продолжительности рабочего дня 10 часов.

Таблица 8 – Выработка кормоуборочных комбайнов на заготовке силоса при урожайности силосной массы 40 т/га и восковой спелости зерна в Южном регионе

Марка комбайна	Пропускная способность на силосе, при восковой спелости зерна, кг/с	Выработка, га		
		за 1 час эксплуатационного времени	за 7 часов сменного времени	за 10 часов сменного времени
1	2	3	4	5
Дон 680	12,0	0,70	4,9	7,0
Дон 680 М	14,6	0,90	6,3	9,0
Палессе FS 60 (КСК 600)	12,0	0,70	4,9	7,0
Палессе FS 80 (КВК 800)	21,2	1,3	9,1	13,0
Кормоуборочный комплекс (К-Г-6) Палессе 2 U 250	12,0	0,70	4,9	7,0

1	2	3	4	5
Беларус-1523+ Прицепной ком- байн Палессе FT 40 (КДП 3000)	4,5	0,30	2,1	3,0
Марал 125	9,7	0,60	4,2	6,0
Марал 140	9,7	0,65	4,55	6,5
Ягуар 830	16,6	1,0	7,0	10,0
Ягуар 850	18,8	1,20	8,4	12,0
Джон Дир 7200	14,6	0,90	6,3	9,0
Джон Дир 7250	16,6	1,0	7,0	10,0

Таблица 9 – Выработка кормоуборочных комбайнов на заготовке силоса при урожайности силосной массы 23 т/га и восковой спелости зерна в Южном регионе

Марка комбайна	Пропускная способ- ность на силосе, при восковой спелости зерна кг/с	Выработка, га		
		За 1 час экс- плуатацион- ного времени	За 7 часов сменного времени	За 10 часов сменного времени
Дон 680	12,0	1,3	9,1	13,0
Дон 680 М	14,6	1,6	11,2	16,0
Палессе FS 60 (КСК 600)	12,0	1,3	9,1	13,0
Палессе FS 80 (КВК 800)	21,2	2,3	16,1	23,0
Кормоуборочный комплекс (К-Г-6) Палессе 2 U 250	12,0	1,3	9,1	13,0
Беларус 1523 + Прицепной комбайн Палессе FT 40 (КДП 3000)	4,5	0,5	3,5	5,0
Марал 125	9,7	1,0	7,0	10,0
Марал 140	9,7	1,1	7,7	11,0
Ягуар 830	16,6	1,8	12,6	18,0
Ягуар 850	18,8	2,0	14	20,0
Джон Дир 7200	14,6	1,6	11,2	16,0
Джон Дир 7250	16,6	1,8	12,6	18,0

Таблица 10 – Потребность кормоуборочных комбайнов на заготовке силоса для откормочных ферм в Южном регионе (урожайность кукурузы 23 – 25 т/га при восковой спелости зерна)

Марка комбайна	Потребное количество кормоуборочных комбайнов, шт				
	Поголовье животных, тыс.				
	1	2	3	5	10
Дон 680	1	1	1-2	2-3	4-5
Дон 680 М	1	1	1-2	2	3-4
Палессе FS 60 (КСК 600)	1	1	1-2	2-3	4-5
Палессе FS 80 (КВК 800)	1	1	1	1-2	2-3
Кормоуборочный комплекс (К-Г-6) Палессе 2 U 250	1	1	1-2	2-3	4-5
Беларус 1523 + Прицепной комбайн Палессе FT 40 (КДП 3000)	1-2	2-3	3-4	5-6	11
Марал 125	1	1-2	2	2-3	5-6
Марал 140	1	1	1-2	2-3	5
Ягуар 830	1	1	1	1-2	3
Ягуар 850	1	1	1	1-2	3
Джон Дир 7200	1	1	1-2	2	3-4
Джон Дир 7250	1	1	1	1-2	3

Таблица 11 – Потребность количество кормоуборочных комбайнов на заготовке силоса для откормочных ферм в Южном регионе (урожайность кукурузы 40 т/га при восковой спелости зерна)

Марка комбайна	Потребное количество кормоуборочных комбайнов, шт				
	Поголовье животных, тыс.				
	1	2	3	5	10
Дон 680	1	1	1-2	2-3	5
Дон 680 М	1	1	1-2	2	4
Палессе FS 60 (КСК 600)	1	1	1-2	2-3	5
Палессе FS 80 (КВК 800)	1	1	1	1-2	2-3
Кормоуборочный комплекс (К-Г-6) Палессе 2 U 250	1	1	1-2	2-3	5
Беларус 1523 + Прицепной комбайн Палессе FT 40 (КДП 3000)	1-2	2-3	3-4	5-6	11-12
Марал 125	1	1-2	2	3	6
Марал 140	1	1	1-2	3	5-6
Ягуар 830	1	1	1	2	3-4
Ягуар 850	1	1	1	1-2	3
Джон Дир 7200	1	1	1-2	2	4
Джон Дир 7250	1	1	1	2	3-4

По данным ТОО «КазНИИЖиК» суточная норма в комбикормах для одной головы животных при откорме мясных пород КРС для всех регионов республики составляет 5,5-6 кг. Исходя из этого, определена суточная по-

требность в комбикормах откормочных ферм с различным поголовьем животных (таблица 12).

Таблица 12 – Суточная потребность в комбикормах откормочных ферм с различным поголовьем животных

Вид корма	Суточная норма на 1 голову, кг	Суточная потребность в комбикормах на ферму, т				
		1 тыс. голов	2 тыс. голов	3 тыс. голов	5 тыс. голов	10 тыс. голов
Комбикорма	6	6	12	18	30	60

По этим данным определена необходимая часовая производительность комбикормовых установок и комбикормовых цехов при различной продолжительности рабочего времени смены для обеспечения откормочных ферм с указанным поголовьем животных (таблица 13).

Таблица 13 – Необходимая часовая производительность комбикормовых установок и комбикормовых цехов для откормочных ферм с различным поголовьем животных

Продолжительность рабочего времени смены, ч	Часовая производительность комбикормовых установок и цехов, т/час				
	1 тыс. голов	2 тыс. голов	3 тыс. голов	5 тыс. голов	10 тыс. голов
7	0,85	1,7	2,5	4,3	8,5
10	0,6	1,2	1,8	3	6
12	0,5	1	1,5	2,5	6
14	0,4	0,85	1,3	2,1	4,3

Зная часовую производительность комбикормовых установок и цехов, используя данные таблицы 13, можно определить их потребное число. Например, если установка для приготовления комбикормов имеет часовую производительность 1 т/час, то одна установка обеспечит комбикормами за 7 часов откормочную ферму с поголовьем 1 тыс. животных, а за 12 часов ферму в 2 тыс. животных и т.д. Потребность в комбикормовых агрегатах представлена в таблице 14.

Измельчители-смесители-раздатчики кормов ИСРК-12 «Хозяин», ИСРВ-12, СРК-12 «БелМикс», имеющие вместимость бункера 12 м³, могут обслужить за смену ферму с поголовьем 1 тыс. животных, а измельчители-смесители-раздатчики АКМ-9А, КИС-8 с объемом бункера 8-9 м³ обеспечивают кормосмесями фермы с поголовьем 500-600 животных [4].

Таблица 14 – Потребность комбикормовых агрегатов (установок), их часовая производительность, страна изготовитель

Поголовье животных, тыс.				
1 АКМ-1 1 т/час Украина	1 КУ-2-1 2 т/час Россия	1 КУ-2-2 2,5 т/час Россия	1 КЦВ-5 5 т/час Беларусь	1 КЦВ-5 10 т/час Беларусь
1 КМЗп-1,3 1,3 т/час Россия	1 УМК-Ф-2 2-2,5 т/час Украина	1 УМК-Ф-2 2,5 т/час Украина	1 МКЗ-4 4 т/час Россия	2 МКЗ-4 8 т/час Россия

С учетом этих рекомендаций определена потребность в измельчителях-смесителях-раздатчиках для откормочных ферм с различным поголовьем животных (таблица 15).

Таблица 15 – Потребность в измельчителях-смесителях-раздатчиках кормов

Марка, страна изготовитель	Вместимость, м ³	Поголовье животных, тыс.				
		1	2	3	5	10
РСК-12, Беларусь	12	1	2	3	5	10
ИСПК-12, ИСПВ-12, ИСПК-12 Ф, ИСПК-12Г «Хозяин», Беларусь						
TRIOLIET SOLOMIX 12 VLSR, Россия						
KUHN EUROMIX 1, Франция						
V-MIX-13-2S, Германия	13	2	4	6	10	20
АКМ-9А, АКМ-9Б, Россия	9					
КИС-7, КИС-8, Россия	7,4-8					
Verti-Mix 750, Германия	7,5					

Приведенные в статье материалы могут быть использованы при технологическом проектировании откормочных площадок крупного рогатого скота в вопросе выбора технологического оборудования для заготовки, приготовления и раздачи кормов.

Литература

1. Региональные базовые рационы кормления молочного и мясного скота с учетом кормопроизводства в РК //Рекомендации. –Алматы, 2010. – 64 с.
2. Рекомендуемые нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. – Алматы, 2012. – 39 с.
3. Голиков В.А., Усманов А.С., Жазылбеков Н.А. и др. Технологии и технические средства для производства и заготовки кормов. Каталог-рекомендации. – Алматы: Инжу-Маржан, 2011. – 154 с.
4. Приготовление и раздача полнорационных кормосмесей для КРС //Технология и машины. – Минск, 2005. – 59 с.

УДК 621.548; 631.672

*Абдикаиров А., канд. техн. наук, Адильшеев А.С., докт. техн. наук,
Жортуылов О., докт. техн. наук
КазНИИМЭСХ, г. Алматы*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВСАСЫВАНИЯ ВОДЫ ПОРШНЕВЫМ НАСОСОМ ВЕТРОВОДОПОДЪЕМНИКА

Рассмотрен процесс всасывания воды поршневым насосом ветроводоподъемника. Получено уравнение, описывающее зависимость величины давления в подпоршневом пространстве от конструктивных и технологических параметров ветроводоподъемника. Принятые параметры установки обеспечивают условия нормальной работы насоса.

Поршневой насос устанавливается в скважину 1 или шахтный колодец (рисунок 1) и через переходник (на рисунке 1 не показан) соединяется с водоподъемным трубопроводом 6 и расширителем со сливным патрубком 7.

В ветроводоподъемнике применяется поршневой насос одинарного действия. Впускной клапан установлен на днище над впускными отверстиями, а выпускной клапан установлен на поршне над выпускными отверстиями.

Работа поршневого насоса состоит из двух процессов: процесса всасывания воды и процесса нагнетания воды. В настоящей статье рассматривается только процесс всасывания. При рассмотрении процесса отчет координаты движения поршня будем вести от нижнего крайнего его положения, т.е. из предположения, что движение поршня начинается с нижней мертвой точки 0.

При движении поршня вверх, в образуемом подпоршневом пространстве, создается разрежение. За счет разрежения, а также напора, создаваемого столбом воды в скважине, вода преодолевает сопротивление впускного клапана и заполняет подпоршневое пространство.

Впускной клапан можно представить как диафрагму в виде круглой пластины из упругой резины, установленную сверху днища перпендикулярно направлению течения воды в цилиндре.

При этом пластина вначале поднимается вверх на некоторую величину, а затем упирается в ось – ограничитель. Вода, изгибая пластину, поступает во внутреннее пространство цилиндра. При протекании воды через отверстие диафрагмы поток суживается до площади отверстия и за отверстием образуется транзитная струя, которая сначала испытывает сжатие, а затем расширяется до размера сечения цилиндра.

$$\int \frac{\partial}{\partial l} \left(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} \right) dl + \frac{1}{g} \int \frac{\partial v}{\partial t} dl + \sum i_w \cdot dl = 0. \quad (2)$$

Первый интеграл уравнения (2) разбиваем на сумму интегралов:

$$\int_l \frac{\partial z}{\partial l} dl = \int_0^x dz = x,$$

$$\int_l \frac{\partial}{\partial l} \left(\frac{p}{\rho g} \right) dl = \frac{1}{\rho g} \int_{p_0 + \rho g z_0}^p dp = \frac{p_e}{\rho g} - \frac{p_0}{\rho g} - z_0,$$

$$\int_l \frac{\partial}{\partial l} \left(\frac{v^2}{2g} \right) dt = \frac{1}{2g} \int_0^v d(v^2) = \frac{v_n^2}{2g}.$$

Здесь принято, что при входе во всасывающую трубу вода имеет скорость равную нулю, т.е. $v = 0$. Окончательно получим:

$$\int_l \frac{\partial}{\partial t} \left(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} \right) dl = x - z_0 - \frac{p_e}{\rho g} + \frac{p_0}{\rho g} + \frac{v_n^2}{2g}. \quad (3)$$

Второй интеграл уравнения (2) запишем в виде:

$$\frac{1}{g} \int \frac{\partial v_i}{\partial t} dl = \frac{1}{g} \frac{\partial v_i}{\partial t} \int_0^x dl = \frac{x}{g} \cdot \frac{\partial v_i}{\partial t}. \quad (4)$$

Последний член уравнения (2) есть сумма потерь энергии на преодоление сопротивлений трения в фильтре, во всасывающем трубопроводе и в цилиндре насоса. Определяется по формуле:

$$\sum i_w dl = \xi_{\delta} \frac{v_i^2}{2g} + \xi_{\epsilon} \frac{v_i^2}{2g} + \frac{\lambda \delta v_i^2}{2g d_i}, \quad (5)$$

где ξ_{δ} – коэффициент сопротивления в фильтре; ξ_{ϵ} – коэффициент сопротивления во всасывающем клапане; λ – коэффициент гидравлических сопротивлений в цилиндре насоса.

Суммируя результаты вычисления (3), (4), (5) и, пренебрегая напором, теряемым на трение жидкости о стенки цилиндра, получим:

$$x - z_0 + \frac{P_v}{\rho g} - \frac{p_0}{\rho g} + (\xi_\phi + \xi_\kappa + 1) \frac{v_n^2}{2g} + \frac{x}{g} \cdot \frac{\partial v_n}{\partial t} = 0 \quad (6)$$

Из этого уравнения найдем давление под поршнем в период всасывания воды:

$$p_s = p_0 - \left[x - z_0 + (\xi_\phi + \xi_\kappa + 1) \frac{v_n^2}{2g} + \frac{x}{g} \cdot \frac{\partial v_n}{\partial t} \right] \rho g. \quad (7)$$

Рассмотрим величины, от которых зависит давление под поршнем.

Давление p_0 является атмосферным давлением. Оно зависит от места размещения ветроводоподъемника.

Член $(\xi_\phi + \xi_\kappa + 1) \frac{v_n^2}{2g}$, определяющий величину напора, расходуемого на преодоление гидравлических сопротивлений во всасывающем трубопроводе, возрастает с увеличением скорости v_i поршня.

Величина напора, расходуемого на преодоление сопротивления во всасывающем клапане, имеет наибольшее значение в момент открытия клапана, когда преодолевается сила инерции и сила разности давлений над клапаном и под ним.

Член $\frac{x}{g} \cdot \frac{\partial v_n}{\partial t}$, определяющий величину инерционного напора, расходуемого на преодоление силы инерции воды в цилиндре насоса, возрастает с увеличением ускорения поршня $\frac{\partial v_i}{\partial t}$.

Ускорение поршня имеет наибольшее значение в мертвых точках и зависит от частоты вращения ветряного колеса (числа двойных ходов поршня). Поэтому, при желании достичь повышения частоты вращения привода насоса, необходимо учитывать увеличение ускорения поршня.

Перемещение, скорость и ускорение поршня определяются по формулам:

$$\begin{aligned} x &= r(1 - \cos \varphi), \\ v_n &= r\omega \sin \varphi, \\ a_n &= r\omega^2 \cos \varphi, \end{aligned} \quad (8)$$

где r – приведенный радиус кривошипа механизма; ω – частота вращения кривошипа.

Подставляя выражения (8) в уравнение (7), получим формулу для определения давления под поршнем в период всасывания воды:

$$p_s = p_0 - \left[r(1 - \cos \varphi) - z_0 + (\xi_\phi + \xi_\kappa + 1) \frac{r^2 \omega^2 \sin^2 \varphi}{2g} + \frac{(1 - \cos \varphi) r^2 \omega^2 \cos \varphi}{g} \right] \rho g. \quad (9)$$

Вычисляем значение давления в цилиндре насоса при следующих данных: $l_i = 0,20$ м, $S = 0,16$ м, $r = 0,08$ м, $\omega = 6,28$ рад/с, внутренний диаметр нагнетательной трубы $d_n = 0,034$ м, диаметр поршня $d_p = 0,068$ м, диаметр штока $d_{ш} = 0,012$ м, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, атмосферное давление $P_a = 92$ кПа (для некоторых районов Алматинской области).

Коэффициент гидравлических потерь клапана, состоящего из диафрагмы и упругой резиновой пластины, состоит из трех коэффициентов:

$$\xi_k = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3, \quad (10)$$

где ξ_1 – коэффициент, учитывающий потери входного отверстия с конусообразным входом; ξ_2 – коэффициент, учитывающий гидравлические потери от истечения воды через отверстие диафрагмы; ξ_3 – коэффициент гидравлической потери дна диффузного участка диафрагмы.

Коэффициент сопротивления диафрагмы ξ_1 , установленной в трубе круглого сечения A_n при круглом концентрическом отверстии площадью A_0 зависит от отношения площади отверстий к площади сечения.

При диаметре поршня $d_n = 68$ мм, диаметре отверстий $d = 12,5$ мм, количество отверстий $m = 8$ шт соотношение площади отверстий к площади поршня будет равно $n = 0,27$. Тогда, коэффициент сопротивления составит [2]: $\xi_1 = 51,5$.

Для снижения гидравлических потерь входные отверстия диафрагмы имеют коническую форму (рисунок 2). Коэффициент гидравлических потерь ξ_1 принимает минимальное значение при конусности $\delta = 60^\circ$ и зависит от относительной глубины конуса l/d . Коэффициент ξ_2 вычисляется по формуле [2]:

$$\xi_2 = \frac{\xi + c(1 - f_n) + (1 - f_n)^2 + e/d}{f_n^2} \quad (11)$$

где $f_n = f_0 / f_2$ – относительная площадь местного сопротивления; F_1 – суммарная площадь всех отверстий; l/d – относительное заглубление диафрагм.

По отношению к диаметру отверстия ξ – коэффициент гидравлических потерь на входной кромке отверстия, c – поправочный эмпирический коэффициент, учитывающий влияние формы входного отверстия, принимается согласно [2].

Принимая $\xi = 0,1$, определяем $\xi_2 = 28,5$. Коэффициент гидравлических потерь для диффузорного участка будет равен $\xi_3 = 0,5$. Следовательно, ко-

эffiциент гидравлических потерь высасывающего клапана составит $\xi_k = 80,5$. Коэффициент гидравлических потерь фильтра (приемной сетки) принимается $\xi_\phi = 2-3$ [3].

По результатам вычислений по формуле (9) построен график изменения давления в период всасывания в зависимости от угла поворота кривошипа (рисунок 3).

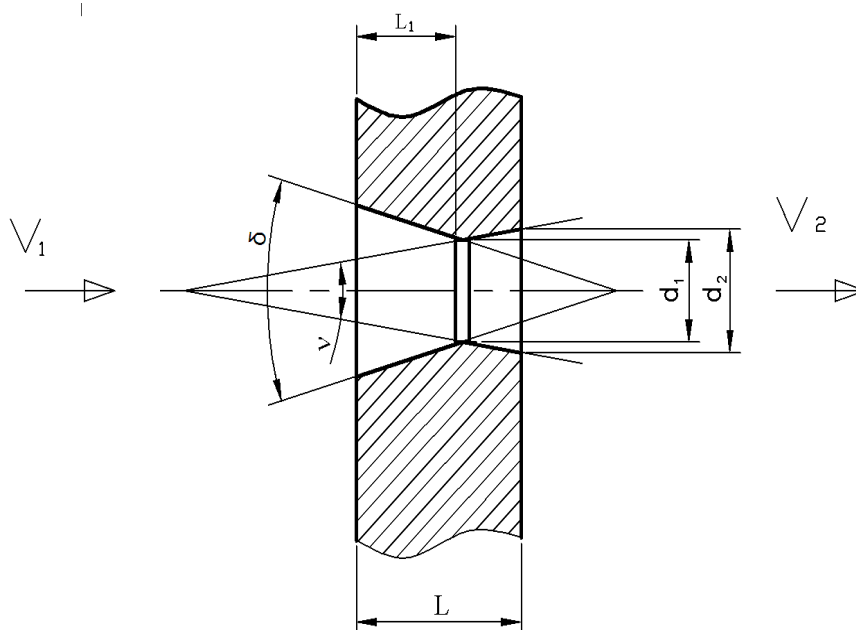


Рисунок 2 – Форма сечения всасывающего отверстия

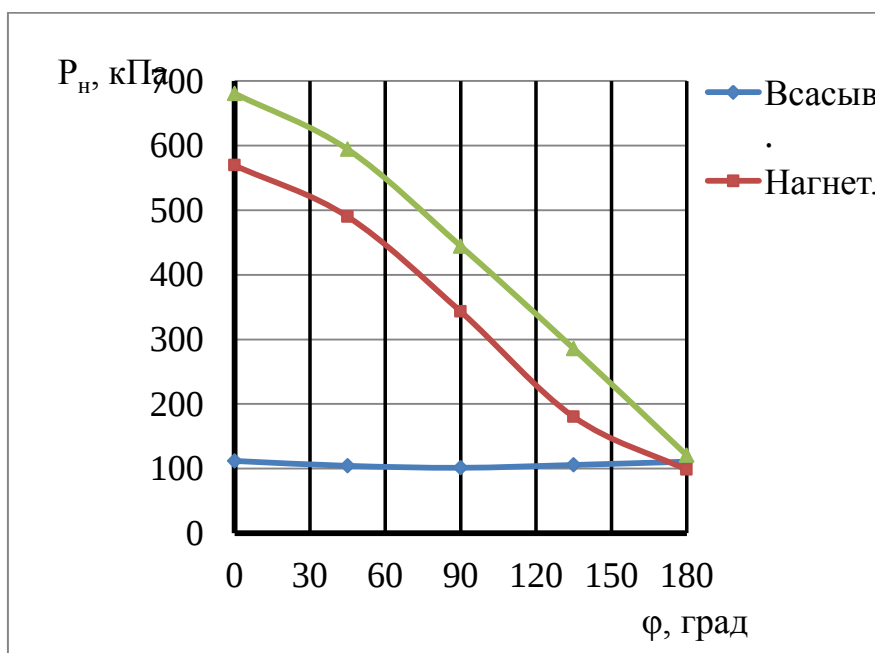


Рисунок 3 – Графики изменения давления в периоды всасывания и нагнетания в зависимости от угла поворота кривошипа

Из графика видно, что изменение давления в подпоршневом пространстве при всасывании воды незначительно зависит от хода поршня. Минимальное значение P_{ϕ} достигается в середине хода поршня, т.е. при $\phi = 90^0$ и составляет 101,2 кПа. При всасывании воды потери напора в основном связаны с потерями во всасывающем клапане.

Для нормальной работы насоса, при которой жидкость движется непосредственно за поршнем, минимальное абсолютное давление $P_{\phi min}$ подпоршнем при всасывании должно быть больше давления P_t насыщенных паров перекачиваемой жидкости при данной температуре, т.е. должно соблюдаться условие $P_{\phi min} > P_t$. При температуре воды $t = 5^0\text{C}$ давление насыщенных паров составляет $P_t = 884,8$ Па [3]. Следовательно, условия для нормальной работы насоса соблюдаются.

Исследование проведено в рамках реализации проекта на выполнение НИР по программе грантового финансирования прикладных исследований на 2012-2014 гг.

Литература

1. Чиняев М.А. Поршневые насосы. – М.: Машиностроение, 1986, – 187 с.
2. Рабинович Е.З. Гидравлика. – М.: Недра, 1974. – 296 с.
3. Иринг Ю. Проектирование гидравлических и пневматических систем. – Л.: Машиностроение, 1983. – 363 с.

УДК 001.8:[631.171:(63:54)]

Сорокин Н.Т., докт. экон. наук, **Рычков В.А.,** докт. техн. наук,
ГНУ ВНИМС, г. Рязань

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗАЦИИ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РОССИИ

Изложены состояние и направления развития агрохимического обеспечения производства растениеводческой продукции. Предложена структура технических средств для разработки подсистемы машин и технологий агрохимического обеспечения.

Агроландшафтный потенциал России благоприятен для освоения различного уровня технологий. Однако в растениеводстве более 70% сельхозпродукции производится по экстенсивным технологиям, в которых внесение минеральных удобрений и защитные мероприятия осуществляются в ограниченных объемах. Только небольшая группа хозяйств (10-15%) использует технологии интенсивного типа с оптимальным уровнем минерального питания растений [1]. Вместе с тем проводимая в стране модернизация сельскохозяйственного производства осуществляется преимущественно за счет заимствования технических, технологических, селекционных и других достижений из развитых стран.

В период экономических преобразований в стране сократилась общая площадь сельскохозяйственных угодий, снизилось плодородие почв. В 2013 г. в 20-ти регионах Российской Федерации было внесено менее 15 кг д.в. минеральных удобрений на 1 га посева с.-х. культур. За последние 7 лет из почвы с урожаем с.-х. культур вынесено 65,6 млн. тонн д.в., внесено 34,0 млн. тонн д.в. Отрицательный баланс за 5 лет составил 22,2 млн. тонн д.в. [2]. По данным агрохимслужб 35% пахотных земель имеют повышенную кислотность, 31% — низкое содержание гумуса, 22% — недостаток фосфора и 9% — недостаток калия. Особенно велика доля почв с низким уровнем плодородия в Нечерноземье.

Объем применения минеральных удобрений в России составляет около 15% производимых в стране удобрений и покрывает лишь 30% потребности в них для воспроизводства плодородия почв из-за выноса удобрений с урожаем сельскохозяйственных культур. Используемый элементарный состав удобрений не соответствует современным требованиям земледелия.

За период с 1992-2011 гг. парк машин для внесения органических и минеральных удобрений сократился более чем в 10 раз. Низкое техническое оснащение для проведения агрохимических работ не позволяет обеспечить высокую эффективность применения средств химизации. Из-за неравномерности внесения минеральных удобрений оплата 1 кг NPK снижа-

ется в среднем на 35%. Низкий уровень окупаемости удобрений (менее 7-8 кг з.е. на 1 кг д.в.) приводит к убыточности их применения.

Практика показывает, что на каждый рубль, затраченный на применение пестицидов, чистый доход составляет от 4 до 8 рублей. Применение средств защиты от вредителей, сорняков и болезней позволяет сохранить от 20 до 50% урожая. При более полной реализации ресурсов защитных мероприятий размер предотвращения потерь урожая может быть намного выше.

Благодаря высокой эффективности химический метод борьбы стал основным в защите растений. Однако со временем стали проявляться и отрицательные последствия широкого применения химических средств защиты растений: накопление их в почве, водоемах, излишняя пестицидная нагрузка, возникновение устойчивых к ним популяций вредных организмов, появление новых вредителей, губительное действие на флору и фауну.

Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации [3] предусмотрено повышение почвенного плодородия и урожайности, расширение посевов сельскохозяйственных культур, развитие научного потенциала и увеличение темпов структурно-технологической модернизации АПК, устранение ценовых диспропорций на рынках сельскохозяйственной продукции и материально-технических ресурсов, повышение эффективности государственной поддержки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Стратегические цели развития сельского хозяйства России на период до 2020 г.

Программой развития сельского хозяйства на период до 2020 года [4] предусмотрено на основе инновационного развития отрасли за счет технологической и технической модернизации обеспечить индекс производства продукции растениеводства на 163,1%; рост производительности труда – в 1,7 раза; рост продуктивности растениеводства – до среднемировых показателей и сокращение затрат труда на единицу продукции (рисунок 2).



Рисунок 2 – Приоритеты государственной политики в подотрасли растениеводства

В реализации программы развития производства продукции растениеводства важная роль принадлежит агрохимическому обеспечению АПК, которое призвано в рассматриваемый период обеспечить решение следующих основных задач:

- сохранение, восстановление и повышение плодородия почв;
- улучшение баланса питательных веществ в почве;
- устойчивый рост внутреннего потребления минеральных удобрений;
- объем применения минеральных удобрений к 2020 году в зерновом хозяйстве – 7,5 млн. т д.в.;
- дозы внесения в нормальных технологиях – 70-80 кг/га; в интенсивных – 130-150 кг/га;
- повышение эффективности и экологической безопасности применения средств химизации;
- окупаемость 1 кг удобрений: в нормальных технологиях – 7 кг з.е.; в интенсивных – более 9 кг з.е.

Применение удобрений в растениеводстве рассматривается как главный ресурс управления производственным процессом в интенсивных и высо-

ких технологиях. Отличительная особенность новых технологий растениеводства состоит в освоении методов управления производственным процессом [1].

Важным фактором повышения плодородия почвы являются также биологические агроприемы. Они улучшают баланс гумуса, обогащают почву азотом, что способствует лучшему использованию фосфора, калия и микроэлементов.

Для решения изложенного комплекса задач ГНУ ВНИМС ФАНО совместно с рядом профильных НИИ приступил к выработке стратегии инновационного развития, технологической и технической модернизации агрохимического обеспечения производства продукции растениеводства на основе перспективной подсистемы машин и технологий. Проект структуры технических средств для указанной подсистемы представлен на рисунке 3. Она включает в себя 12 блоков, охватывающих собой весь спектр работ, связанных с обращением и применением средств химизации в сфере производства растениеводческой продукции. В данной структуре подсистемы технологий отдельными блоками выделены приборное обеспечение, точное (координатное) земледелие и программно-информационное обеспечение подсистемы.



Рисунок 3 – Проект структуры подсистемы машин для агрохимического обеспечения производства продукции растениеводства

Разрабатываемая подсистема машин должна удовлетворять различным уровням интенсивности технологий (высоким, интенсивным и нормальным), учитывать производственные условия и климатические ограничения и обеспечивать потребности различных групп производителей сельскохозяйственной продукции.

Предлагаемая к разработке подсистема призвана углубить и расширить использование высокоэффективных машинных агротехнологий и технических средств для применения агрохимикатов и пестицидов в рамках общей Системы машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации производства продукции растениеводства на период до 2020 года [5], разработанной в 2012 г. под руководством головного НИИ в сфере механизации сельскохозяйственного производства – ГНУ ВИМ.

В целях укрепления интеграционных связей разработку и реализацию предлагаемой подсистемы машин целесообразно осуществить общими усилиями ученых и специалистов России, Беларуси и Казахстана.

Литература

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / В.И. Фисинин и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.

2. Чекмарев П.А. Итоги работы отрасли растениеводства в 2013 году, задачи по реализации мероприятий, предусмотренных Государственной программой, и о мерах по подготовке и организованному проведению в 2014 году сезонных полевых сельскохозяйственных работ: доклад директора Департамента растениеводства химизации и защиты растений Минсельхоза России на Всероссийском агрономическом совещании 12.02.2014. -96 с.

3. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: утв. Президентом Российской Федерации от 01.02.2010 г. – 6 с.

4. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы. – URL:

<http://www.mcx.ru/navigation/docfeeder/show/342.htm>. Дата обращения: 21.02.2014 г.

5. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. – Том 1. Растениеводство. – М.: ГНУ ВИМ, 2012. – 303 с.

УДК 631.363

Сысуев В.А., академик РАН, **Савиных П.А.**, докт. техн. наук, проф.,
ГНУ НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, г. Киров, РФ;
Алешкин А.В., докт. техн. наук, проф.,
Вятский государственный университет, г. Киров, РФ

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА УДАРНОГО РАЗРУШЕНИЯ ЗЕРНОВКИ В МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКЕ

Приведены результаты моделирования на основе метода конечных элементов процесса распространения упругой деформации в частице измельчаемого материала при ударе молотком в рабочей камере дробилки зерна. Решение дифференциальных уравнений движения упругой механической системы проводилось методом разложения по собственным формам колебаний.

Измельчение фуражного зерна молотковыми дробилками является наиболее эффективным приемом для повышения его усвояемости при скормливании животным. Процесс ударного разрушения зерна сопровождается упругими и пластическими деформациями, которые развиваются за очень короткие промежутки времени. В дробильной камере измельчаемый материал подвергается многократному воздействию со стороны рабочих органов измельчителя, при этом меняется его гранулометрический состав и форма циркулирующих частиц. На эффективность процесса измельчения оказывают влияние: способ подвода материала к молотковому ротору, организация воздушно-дисперсного цикла внутри камеры измельчения, скорость молотков ротора и отвод готового продукта из зоны измельчения. Изучению этих факторов на процесс измельчения зерна посвящены работы: В.П. Горячкина, С.В. Мельникова, В.И. Сыроватки и др. [1, 2, 3]. Но вопрос о распространении упругой и пластической деформации при ударе в зерновке изучен недостаточно. Кроме того, нет математической модели, которая описывала бы процесс разрушения зерна или его части с учетом формы, размеров и упругопластических свойств частицы.

Целью данного исследования является моделирование на основе метода конечных элементов процесса распространения упругой деформации в частице измельчаемого материала при ударе. Отдельное зерно (или его часть) рассматривалось как пластина переменной толщины, размеры которой определялись по результатам измерения с помощью микроскопа для зерен средних габаритных размеров исследуемой культуры.

Известно, что статические и динамические характеристики прочности различны. Изменение пределов прочности и текучести материала при ударном взаимодействии обусловлено: силами инерции, которые учитывались в расчетных уравнениях, и ограниченностью скорости рас-

пространения волн упругой деформации, которые для нашего случая больше скорости соударения в дробильной камере; поэтому физические свойства материала определялись по статической диаграмме напряжения-деформации, полученной при испытаниях на сжатие.

Соударение зерна с молотком сопровождается мгновенным наложением связи, которая ограничивает перемещение узлов механической системы. Начальные относительные скорости всех точек зерна одинаковы и равны скорости молотка в абсолютном движении. При этом пренебрегаем вращением молотка, так как соударение является кратковременным и можно принять его движение поступательным. Узлы, которые мгновенно останавливаются, теряют степени свободы, поэтому обобщенные перемещения $\{q\}$, соответствующие этим узлам, равны нулю. Если из матриц жесткости и масс вычеркнуть строки и столбцы, соответствующие этим обобщенным перемещениям, а из векторов обобщенных координат и сил - строки этих перемещений, то для усеченной системы уравнений получим матричное уравнение свободных колебаний с положительно определенными матрицами масс $[M]$ и жесткостей $[K]$:

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} = \{0\}, \quad (1)$$

с начальными условиями

$$\{\dot{q}(0)\} = \{\dot{q}_0\}, \quad (2)$$

$$\{q(0)\} = \{0\}. \quad (3)$$

В правой части уравнения (1) обобщенные силы, зависящие от времени, равны нулю, так как реакции связей, приложенные в точке контакта, на возможных обобщенных перемещениях работы не совершают, а других внешних сил нет. Начальные условия для обобщенных скоростей (2) определяются как проекции начальной скорости зерновки на оси x, y , то есть все четные обобщенные скорости равны $v_y(0)$, а все нечетные $v_x(0)$. За начало отсчета обобщенных перемещений принимаем положение равновесия, поэтому начальные перемещения (3) являются нулевыми.

На первом этапе решения уравнений (1) будем считать коэффициенты матрицы $[K]$ постоянными, то есть полагаем зерно упругим телом и не учитываем пластические деформации. Для положительно определенных матриц масс и жесткостей возможно разложение движения механической системы по собственным формам колебаний. Будем искать частное решение системы (1) в виде:

$$\{q\} = \{A\} \sin pt, \quad (4)$$

где $\{A\}$ - вектор столбец амплитудных значений, p - одна из частот собственных колебаний механической системы.

Подставляя (4) в уравнение (1) после приравнивания коэффициентов при функции $\sin pt$, получим:

$$[-p^2[M] + [K]]\{A\} = \{0\}. \quad (5)$$

Система алгебраических уравнений (5) имеет ненулевые решения $\{A\}$, только если определитель этой системы равен нулю. Систему (5) можно привести к виду:

$$[K]^{-1}[M]\{A\} = \frac{1}{p^2}[E]\{A\}, \quad (6)$$

где $[E]$ - единичная матрица того же порядка, что $[K]$ и $[M]$. Тогда $\frac{1}{p^2}$

есть собственные значения матрицы $[K]^{-1}[M]$, а амплитудные значения $\{A\}$ являются собственными векторами этой матрицы. Для вычисления собственных векторов $\{A\}_i$ и собственных частот p_i использовались стандартные подпрограммы на языке "Фортран": NROOT и EIGEN, которые работают совместно и основаны на методе вращения Якоби. Формы колебаний $\{A\}_i$, упорядоченные в порядке возрастания частот $p_1, \dots, p_n$, составляют матрицу форм колебаний:

$$[A] = [\{A\}_1 \dots \{A\}_n], \quad (7)$$

где n - число степеней свободы механической системы, которому равно число собственных частот колебаний.

Собственные формы колебаний обладают свойством ортогональности, используя которое, преобразуем уравнения (1) к главным координатам. Умножим его слева на матрицу $[A]^T$ и на единичную матрицу $[E] = [A][A]^{-1}$:

$$[A]^T[M][A][A]^{-1}\{\ddot{q}\} + [A]^T[K][A][A]^{-1}\{q\} = \{0\}. \quad (8)$$

Обозначим:

$$[M_r] = [A]^T[M][A] \quad [A] = \begin{bmatrix} \backslash & & \\ & m_{ri} & \\ & & \backslash \end{bmatrix}$$

- главная матрица масс и

$$[K_r] = [A]^T[K][A] = \begin{bmatrix} \backslash & & \\ & k_{ri} & \\ & & \backslash \end{bmatrix}$$

-главная матрица жесткостей;

$\{u\} = [A]^{-1}\{q\}$ - главные обобщенные координаты;

$\{\ddot{u}\} = [A]^{-1}\{\ddot{q}\}$ - главные обобщенные ускорения.

Система (8) примет вид:

$$[M_r]\{\ddot{u}\} + [K_r]\{u\} = \{0\}. \quad (9)$$

Так как главные матрицы масс и жесткостей являются диагональными, то система (9) распадается на отдельные уравнения вида:

$$\begin{aligned} m_{r_i}\ddot{u}_i + k_{r_i}u_i &= 0, \\ i &= 1, \dots, n, \end{aligned} \quad (10)$$

решения которых запишем:

$$u_i = C_{1i} \cos p_i t + C_{2i} \sin p_i t, \quad (11)$$

где $p_i = \sqrt{\frac{k_{r_i}}{m_{r_i}}}$ - собственные частоты колебаний системы. Определим произвольные постоянные интегрирования C_{1i}, C_{2i} и, возвращаясь к исходным координатам, получим:

$$\{q\} = [A] \begin{bmatrix} \backslash \\ \sin p_i t \\ \backslash \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ p_i \end{bmatrix} [A]^{-1} \{\dot{q}_0\}. \quad (12)$$

Если в системе (1) при проверке использовать не усеченные матрицы $[M]$ и $[K]$, то в правой части напротив зафиксированных связей перемещений получим величины реакций внешних связей. Разработан пакет прикладных программ, реализующий изложенный алгоритм расчета движения системы и возникающих в конечных элементах пластины внутренних напряжениях. Интенсивность напряжений σ_u при плоско-напряженном состоянии вычисляется по формуле:

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}, \quad (13)$$

где $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ - компоненты напряжений материала при плоском напряженном состоянии.

Интенсивность относительной деформации ε_u :

$$\varepsilon_u = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_y - \varepsilon_x)^2 + (\varepsilon_x - \varepsilon_z)^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_z)^2 + \frac{3}{2} \gamma_{xy}^2}, \quad (14)$$

вычисляется через $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}$ - компоненты деформации конечного элемента.

Результаты расчетов представлены на рисунках 1, 2.

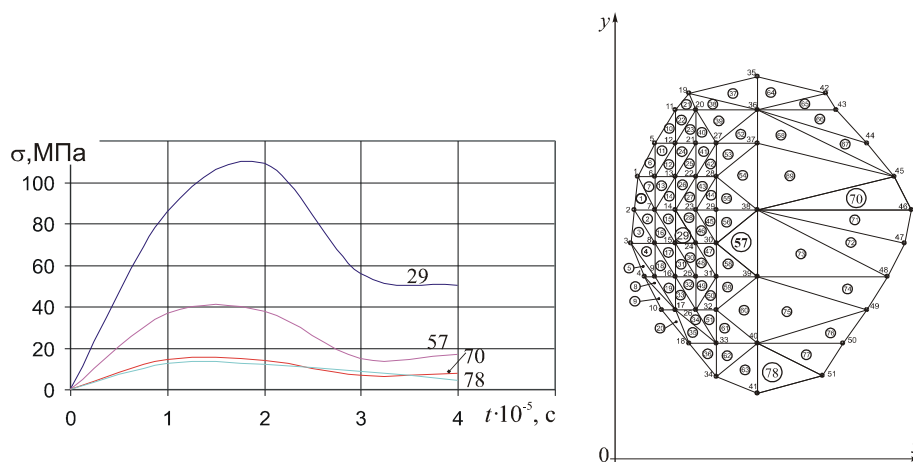


Рисунок 1 – Зависимости напряжения σ от времени для четырех элементов зерна при скорости соударения $v_0=75$ м/с, модуле упругости материала $E=500$ МПа (справа показаны номера элементов и узлов зерновки)

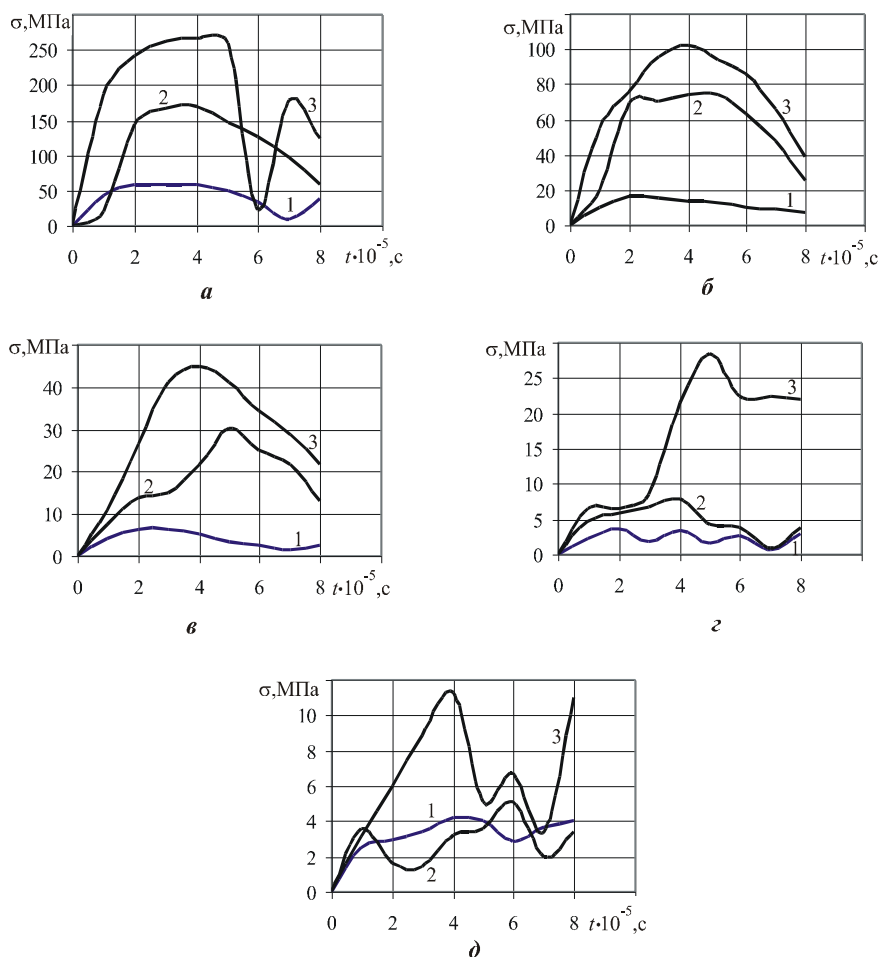


Рисунок 2 – Зависимости интенсивности напряжений σ_u от времени при скоростях соударения 1 - $v_0=25$ м/с; 2 - $v_0=75$ м/с; 3 - $v_0=125$ м/с в элементах с номерами: а - 4; б - 29; в - 57; г - 70; д - 78

На рисунке 3 для рассмотренных случаев скоростей соударения построены зоны зерновки, охваченные пластической деформацией $\sigma_u > \sigma_T$ ($\sigma_T = 20$ МПа) и зона, в которой интенсивность напряжения достигла предела прочности $\sigma_u > \sigma_B$, причем $\sigma_B = 27,6$ МПа.

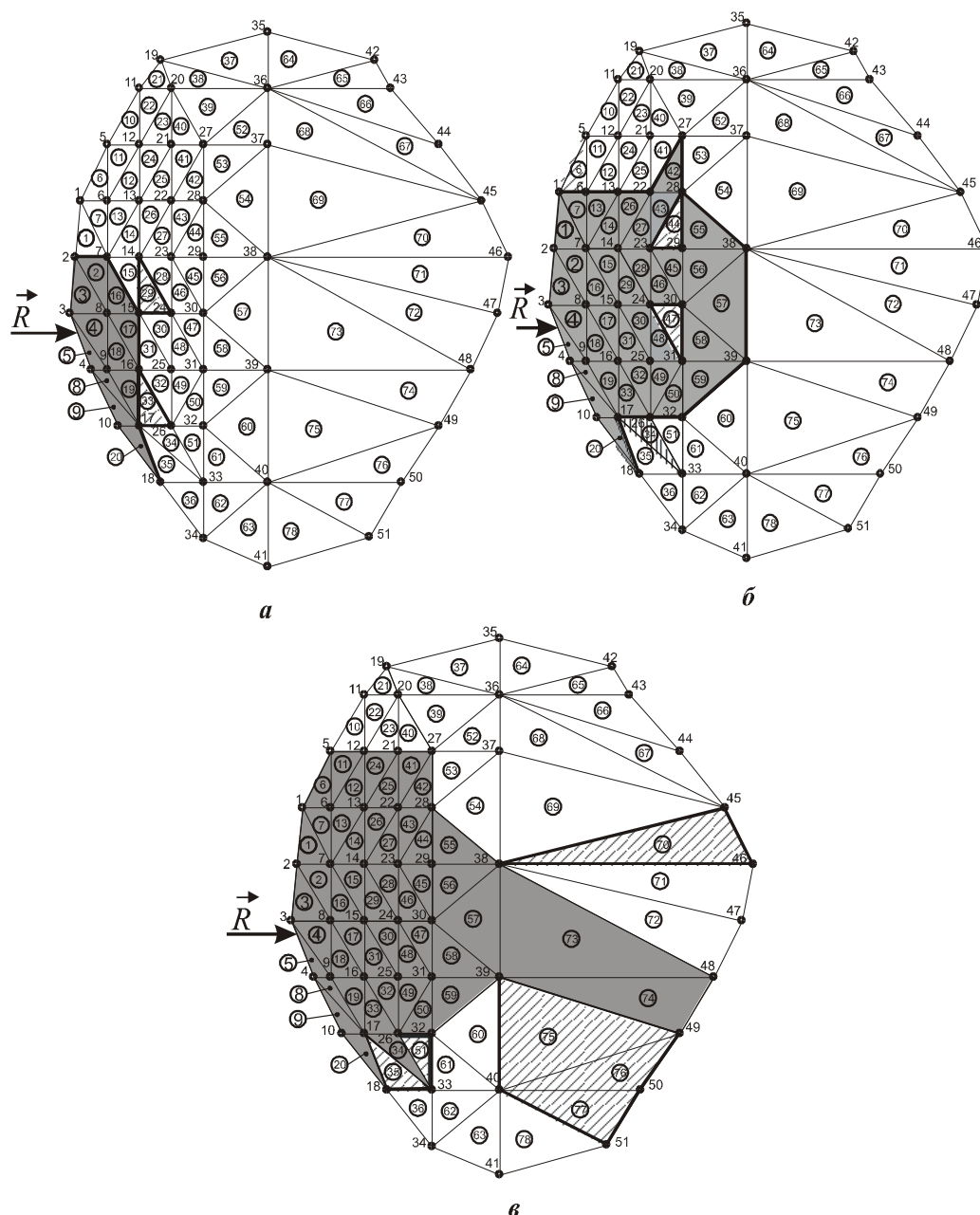


Рисунок 3 – Зоны максимального распространения пластической деформации (▨) и зоны, достигшие деформации разрушения (■): а - $v_0 = 25$ м/с к моменту $t = 3,5 \times 10^{-5}$ с; б - $v_0 = 75$ м/с к моменту $t = 4,5 \times 10^{-5}$ с; в - $v_0 = 125$ м/с к моменту $t = 5 \times 10^{-5}$ с

Рассмотрение зон напряжений позволяет сделать вывод о том, что с увеличением скорости соударения увеличивается глубина распространения деформации.

Зона пластической деформации несколько больше зоны разрушающих напряжений, хотя в некоторых случаях их расчетная граница совпадает, в связи с дискретностью расчетной модели МКЭ. Распространение деформации сопровождается периодической кратковременной незначительной разгрузкой в элементах во фронте пластической деформации, что обусловлено проявлением форм колебаний, соответствующих высшим собственным частотам механической системы.

На следующем этапе исследований была построена конечно-элементная модель зерновки как плоской пластины переменной толщины в плоскости, перпендикулярной предыдущему сечению. При этом толщина элементов пластины была больше, а поперечное сечение меньше по площади. В результате расчетов были получены зависимости интенсивности напряжений σ_u от времени для трех значений начальных скоростей соударения 25, 75, 125 м/с для пяти элементов зерна при центральном ударе вблизи 26 узла, которые представлены на рисунке 4.

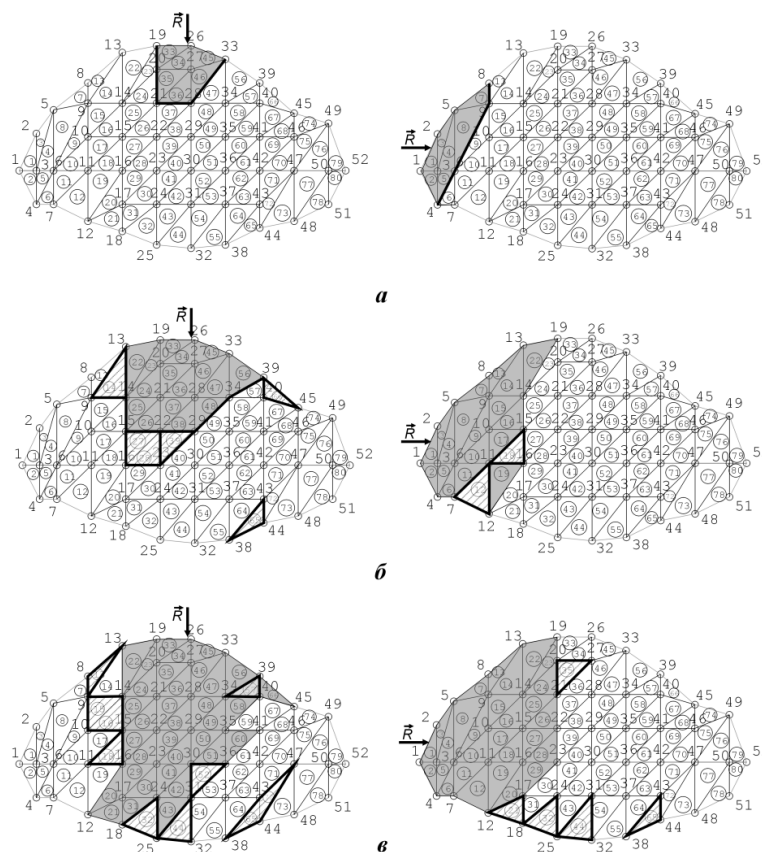


Рисунок 4 – Схема зон распространения пластической деформации (▨) и деформации разрушения (■) при различных воздействиях на зерно:
 а - $v_0=25$ м/с; б - $v_0=75$ м/с; в - $v_0=125$ м/с

Напряжения в центре зерновки оказываются примерно такими же, как и при ударе в другой плоскости, но время соударения оказывается меньше. Это объясняется тем, что толщина зерновки в этой плоскости меньше. Напряжения возрастают от нуля до максимального значения и

убывают монотонно в элементах вблизи точки контакта и лежащих в направлении внешнего воздействия. В боковых элементах (например с номером 3) в конце соударения напряжения повторно возрастают, хотя их значения существенно меньше по величине, чем у первых. На рисунке 4 представлены зоны деформации разрушения и пластического деформирования при различных скоростях соударения и направлениях воздействия на зерновку.

Выводы

Полученные закономерности распространения деформации показывают, что при ударном воздействии поперек зерновки более эффективен для разрушения удар в сечении меньшей площади, что объясняется деформацией изгиба зерна как балки с меньшим моментом инерции поперечного сечения. При этом время соударения также несколько уменьшится. В случае удара вдоль зерновки распространение деформации примерно одинаково в обоих сечениях, что соответствует стержневой модели растяжения-сжатия. Скорость, достаточная для разрушения зерна насквозь за однократное воздействие при ударе поперек наибольшей оси, равна 100...125 м/с. Причем 100 м/с соответствует удару в плоскости минимального центрального продольного сечения, а 125 м/с в плоскости максимального центрального продольного сечения.

Для меньших скоростей удара площадь зоны деформации разрушения уменьшается. При скоростях соударения $v_0 < 50$ м/с процесс измельчения неэффективен, так как даже при центральном ударе зона разрушения очень невелика.

Литература

1. Мельников С.В. Влияние влажности зерна на показатели работы молотковых дробилок //Земледельческая механика: Сб. тр. – М.: Машиностроение, 1961. – Т. 6. – С. 372-380.
2. Сыроватка В.И. Работа молотковых дробилок //Работы молодых ученых /Механизация и электрификация сельского хозяйства: Материалы конф. февраль 1966 г. – М.: Колос, 1968. – Вып. 1. – С. 202-211.
3. Сысуев В.А., Алёшкин А.В., Савиных П.А. Кормоприготовительные машины. Теория, разработка, эксперимент: В двух томах. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2009. – Т. 1. – 639 с.

УДК 519.8:631.334

*Макаров В.А., докт. техн. наук, проф., Хрипин В.А., канд. техн. наук,
ГНУ ВНИМС, г. Рязань*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ СОВМЕСТНОМ ВНЕСЕНИИ ВЫСЕВАЮЩИМИ АППАРАТАМИ МАШИНЫ

Предложены формулы для определения числовых характеристик интервалов между порциями удобрений, позволяющие рассчитывать оценочные показатели качества работы высевающих аппаратов при совместном внесении удобрений и определять норму высева компонентов, необходимую для обеспечения оптимального питания растений.

Равномерность распределения твердых минеральных удобрений при их совместном высеве в машине для дифференцированного внутрипочвенного внесения можно исследовать с помощью методов теории вероятностей. Конструктивные особенности высевающего аппарата позволяют исключить возможность сепарации удобрений в отделениях бункера.

Учитывая, что равномерным перемешиванием удобрений в смесительной воронке поддерживается необходимая концентрация компонентов и что захват удобрений катушками высевающих аппаратов происходит в слое, можно предположить: высев будет осуществляться при таком соотношении компонентов, какое заложено при заполнении бункера с соответствующими видами удобрений.

Примем, что высев производится по каждому виду удобрений через одинаковые интервалы, равные шагу пазов на высевающей катушке. Удобрения при падении на поверхность уплотненного ложа дна борозды, образованного килевидным сошником, не отклоняются от расчетных точек. Тогда в случае неравномерности высева отдельными высевающими аппаратами интервалы между порциями удобрений образуются суммированием рядом расположенных интервалов. При таких предпосылках интервалы между порциями могут быть только кратными шагу пазов катушки [1-3].

При совместном внесении различных удобрений получение интервала $S_p = t$ между высеваемыми порциями равносильно совместному появлению событий $\Pi_0(p)$ и $\Pi_1(p)$.

Так как эти события независимы, то вероятность их совместного появления равна произведению вероятностей:

$$P[\Pi_0(p)] = q_{\text{уд}} \quad \text{и} \quad P[\Pi_1(p)] = q_{\text{уд}}, \quad (1)$$

где $q_{\text{уд}}$ – вероятность распределения удобрений.

При внесении, например, фосфорных и калийных удобрений совместно при соотношении их $k : z$

$$q_{\text{уд}} = (k \cdot q_k + z \cdot q_c) / (k + z), \quad (2)$$

где k, z – показатели содержания, соответственно, фосфора и калия в смеси; q_k – вероятность распределения фосфора; q_c – вероятность распределения калия.

Если k и z выразить в долях единицы, то для двухкомпонентной смеси $k + z = 1$. Тогда

$$P[\Pi_0(p) \text{ и } \Pi_1(p)] = q_{\text{уд}}^2 = [(k \cdot q_k + z \cdot q_c) / (k + z)]^2 = (k \cdot q_k + z \cdot q_c)^2 \quad (3)$$

Чтобы определить вероятность $P(S_p = t)$ появления интервала между удобрениями $S_p = t$, необходимо вероятность $\Pi_0(p)$ и $\Pi_1(p)$ умножить на «вес», показывающий отношение интервалов до и после внесения. Этот «вес» определим из соотношения

$$(\lambda_{\text{ск}} = \lambda_{\text{сс}}) / (\lambda_{\text{рк}} + \lambda_{\text{рс}}), \quad (4)$$

где $\lambda_{\text{ск}}$ и $\lambda_{\text{сс}}$ – плотность размещения порций фосфора и калия в рядке; $\lambda_{\text{рк}}$ и $\lambda_{\text{рс}}$ – плотность размещения фосфора и калия в борозде.

Поскольку $\lambda_{\text{рк}} / \lambda_{\text{ск}} = q_k$ и $\lambda_{\text{рс}} / \lambda_{\text{сс}} = q_c$ и при высеве удобрений с отношением фосфора к калию $\lambda_{\text{ск}} : \lambda_{\text{сс}} = k : z$, то, сделав необходимые преобразования, получим

$$(\lambda_{\text{ск}} + \lambda_{\text{сс}}) / (\lambda_{\text{рк}} + \lambda_{\text{рс}}) = (k + z) / (k \cdot q_k + z \cdot q_c) = 1 / (k \cdot q_k + z \cdot q_c). \quad (5)$$

Таким образом, имеем

$$\begin{aligned} P(S_p = t) &= P[\Pi_0(p) \text{ и } \Pi_1(p)] / (k \cdot q_k + z \cdot q_c) = \\ &= (k \cdot q_k + z \cdot q_c)^2 / (k \cdot q_k + z \cdot q_c) = k \cdot q_k + z \cdot q_c. \end{aligned} \quad (6)$$

Появление интервала $S_p = 2t$ равносильно появлению нулевого и второго и неоявлению первого удобрения смеси (фосфора или калия), т. е. произведению событий $\Pi_0(p)$ и $\Pi_1(O)$, и $\Pi_2(p)$. Вероятность такого события

$$P[\Pi_0(p) \text{ и } \Pi_1(O) \text{ и } \Pi_2(p)] = (k \cdot q_k + z \cdot q_c)^2 \cdot q_{0 \text{ уд}}, \quad (7)$$

где $q_{0 \text{ уд}}$ – вероятность неоявления удобрений.

Так как

$$q_{0 \text{ уд}} = 1 - q_{\text{уд}} = 1 - (k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c) / (k + z) = \\ = [k(1 - q_{\kappa}) + z(1 - q_c)] / (k + z) = k q_{0 \kappa} + z q_{0 c}, \quad (8)$$

то вероятность интервала $S_p = 2t$

$$P(S_p = 2t) = P[\Pi_0(p) \text{ и } \Pi_1(O) \text{ и } \Pi_2(p)] / (k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c) = \\ = (k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c) / (k \cdot q_{0 \kappa} + z \cdot q_{0 c}), \quad (9)$$

где $q_{0 \kappa}$ и $q_{0 c}$ – вероятность не появления удобрений.

Вероятность события S_p

$$S_p = nt - P[\Pi_0(p) \text{ и } \Pi_1(O) \text{ и } \dots \text{ и } \Pi_{n-1}(O) \text{ и } \Pi_n(O)] = \\ = (k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c)^2 \cdot (k \cdot q_{0 \kappa} + z \cdot q_{0 c})^{n-1}. \quad (10)$$

Вероятность интервала $S_p = nt$

$$P(S_p = n \cdot t) = P[\Pi_0(p) \text{ и } \Pi_1(O) \text{ и } \dots \\ \text{и } \Pi_{n-1}(O) \text{ и } \Pi_n(P)] / (k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c) = (k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c)(k \cdot q_{0 \kappa} + z \cdot q_{0 c})^{n-1}. \quad (11)$$

Таким образом, интервалы между удобрениями смеси при совместном внесении – случайная величина, принимающая значения, близкие к величинам, кратным шагу t выброса удобрений катушками [4].

Ряд распределения этой величины имеет вид:

$$\left| \frac{S_p}{P(S_p = n \cdot t)} \right| \left| \frac{t}{k \cdot q_c + z \cdot q_c} \right| \left| \frac{2 \cdot t}{(k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c)(k \cdot q_{0 \kappa} + z \cdot q_{0 c})} \right| \\ \left| \frac{3 \cdot t}{(k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c)(k \cdot q_{0 \kappa} + z \cdot q_{0 c})^2} \right| \dots \\ \dots \left| \frac{3 \cdot t}{(k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c)(k \cdot q_{0 \kappa} + z \cdot q_{0 c})^{n-1}} \right| \dots$$

Из ряда распределения следует закон распределения интервалов между порциями удобрений смеси:

$$F(S_p) = \sum_{i=1}^n (k \cdot q_{\kappa} + z \cdot q_c)(k \cdot q_{0 \kappa} + z \cdot q_{0 c})^{i-1}; n = E(S_p / t) + 1, \quad (12)$$

где $E(S_p / t)$ – функция целой части числа.

Начальные моменты первого μ_1 и второго μ_2 порядков величины S_p будут такими:

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^n nt(k \cdot q_k + z \cdot q_c)(k \cdot q_{0k} + z \cdot q_{0c})^{i-1} = \frac{1}{k \cdot q_k + z \cdot q_c};$$

$$\mu_2 = \sum_{i=1}^n n^2 t^2 (k \cdot q_k + z \cdot q_c)(k \cdot q_{0k} + z \cdot q_{0c})^{n-1} =$$

$$= \frac{t^2 [2 - (k \cdot q_k + z \cdot q_c)]}{(k \cdot q_k + z \cdot q_c)^2}.$$

Используя известные соотношения между начальными и центральными моментами, можно получить зависимости для числовых характеристик случайной величины S_p [5]:

математическое ожидание (среднее значение интервала)

$$mS_p = t / (k \cdot q_k + z \cdot q_c); \quad (13)$$

среднее квадратическое отклонение

$$\sigma \cdot S_p = t \sqrt{1 - (k \cdot q_k + z \cdot q_c)} / (k \cdot q_k + z \cdot q_c); \quad (14)$$

коэффициент вариации

$$v \cdot S_p = \sqrt{1 - (k \cdot q_k + z \cdot q_c)}. \quad (15)$$

Таким же образом можно определить числовые характеристики интервалов между порциями удобрений смеси:

математическое ожидание (средняя величина интервала между порциями удобрений)

$$mS_p = t / (k \cdot q_k); \quad (16)$$

среднее квадратическое отклонение

$$\sigma \cdot S_k = t \sqrt{1 - k \cdot q_k} / (k \cdot q_k); \quad (17)$$

коэффициент вариации

$$v \cdot S_k = \sqrt{1 - k \cdot q_k}, \quad (18)$$

где t – шаг выброса смеси удобрений высевающим аппаратом; k – показатель содержания удобрений в порции в долях единицы; q_k – вероятность всхожести растений.

Приведенные формулы для определения числовых характеристик интервалов между порциями удобрений позволяют рассчитывать оценочные показатели качества работы высевающих аппаратов при совместном высеве удобрений и определять норму высева компонентов, необходимую для обеспечения оптимального питания растений.

Литература

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей/Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров – М.: Радио и связь, 1983. – 414 с.
2. Морозов А.Д., Драгунов Т.Н. Визуализация и анализ инвариантных множеств динамических систем/ А.Д. Морозов, Т.Н. Драгунов – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 304 с.
3. Климантович Ю.Л. Статистическая теория открытых систем Т.1. /Ю.Л. Климантович. – М.: «Янус», 1995. – 254 с.
4. Саати Т. Взаимодействия в иерархических системах //Техническая кибернетика. – 1979. - № 1. – С. 68-84
5. Нанаенко А.К. Обоснование методов инженерного проектирования прогрессивных технологий в растениеводстве: дисс.... д-ра с.-х. наук/ Нанаенко А.К. – Рамонь: ВНИИСС, 1998. – 75 с.

УДК 629.3.014.2.018.2

Петрищев Н.А., канд. техн. наук, **Николаев Е.В.**, канд. техн. наук,
ГНУ ГОСНИТИ г. Москва

Козак А.И., канд. техн. наук, **Кошик А.П.**, канд. техн. наук,
Аккольский филиал КазНИИМЭСХ, г. Акколь

ОБНОВЛЕНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА ТРЕБУЕТ ОБНОВЛЕНИЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ

Рассмотрены вопросы необходимости модернизации ремонтно-обслуживающей базы предприятий АПК. Представлены модернизированные и новые образцы контрольно-диагностического и сервисного оборудования для оценки качества ремонта узлов в стационарных условиях ремонтных предприятий, разработанного в ГНУ ГОСНИТИ.

Как известно, важным условием эффективной эксплуатации тракторов, самоходных сельскохозяйственных машин, автомобилей является соблюдение требований технического сервиса. Зарубежные производители техники [1,2] уже не ограничиваются только рекламой своих разработок. Они также предлагают оперативное техническое сопровождение с использованием передвижных сервисных автомобилей, оснащенных комплектом оборудования и оснастки для диагностирования и технического обслуживания машин, и региональных центров по ремонту их компонентов, оснащенных стационарным контрольно-диагностическим, технологическим оборудованием зарубежного производства (рисунки 1, 2).

Российские сельхозмашиностроители при заключении дилерского договора начали предъявлять к сервисным центрам требования по оснащению необходимым оборудованием для осуществления оперативной помощи и снижения стоимости эксплуатации приобретаемой техники. Имеющееся у региональных ремонтно-технологических предприятий (РТП) на балансе контрольно-диагностическое оборудование и инженерная инфраструктура в большинстве случаев уже технологически устарели, и не всегда позволяют полноценно и объективно проводить входной контроль поступающих запасных частей и качества ремонта агрегатов новой техники, имеющей отличные характеристики (мощность, давление, расход, алгоритм систем управления и пр.).

Это приводит к снижению качества предоставляемых услуг, что способствует значительному снижению обращений потребителей по ремонту сельскохозяйственной техники. По данным зарубежных экономистов, если в любом производстве находится более 50 % машин и оборудования с полностью амортизированным сроком службы, то такое производство без экономического анализа признается деградировавшим и объявляется банкротом [3].



а)



б)

а – MARUMA; б - AIDCO

Рисунок 1 – Стенды для тестирования агрегатов гидропривода и трансмиссии фирм



а)



б)

а - агрегатов КПП (CHIARLONE); б - РВД (UNIFLEX)

Рисунок 2 – Стенды для тестирования

В Казахстане ремонтно-обслуживающая база представлена ремонтными мастерскими хозяйств и ремонтно-восстановительными предприятиями, которые в большинстве своем не приспособлены для качественного обслуживания и ремонта современных машин и не обеспечивают требуемую готовность техники в период проведения полевых работ. Основным объемом ремонтных работ (до 90 %) хозяйства выполняют собственными силами без применения специализированного оборудования, оснастки, требуемых материалов, при дефиците качественных запасных частей.

Оставшееся от ремонтных предприятий советского периода ремонтное оборудование в большинстве своем не нашло применения, так как было предназначено в основном для узкоспециализированного производства с большой программой ремонта. Для средних и крупных сельхозформирований необходимы универсальные средства ремонта с расширенными функциональными и эксплуатационными возможностями, то для мелких хозяйств предпочтительны средства малой механизации ремонтных работ, преимущественно с ручным гидравлическим и механическим приводом

С каждым годом в структуре машинно-тракторного парка увеличивается доля современной сложной техники, происходит ее старение и износ.

По этой причине возникла проблема технического обслуживания и ремонта таких машин после гарантийного периода. Существующие сервисные центры созданы поставщиками машин, их функции ограничены в основном только продажей техники и запасных частей. Также в их функции входит обучение потенциальных покупателей правилам использования и обслуживания машин, обслуживание и устранение неисправностей машин в гарантийный (за счет собственных средств) и послегарантийный (за счет средств владельцев машин) периоды эксплуатации с использованием новых запасных частей. Вопросы ремонта и восстановления машин и их составных частей в сферу услуг сервисных центров не входят.

Для повышения привлекательности сервисных услуг, осуществляемых централизованно в РТП и сервис-центрах, необходима модернизация ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) с решением острых накопившихся многолетних проблем:

- обновление технологического оборудования;
- обучение и повышение квалификации и производительности персонала;
- заключение прямых договоров по взаимовыгодным расценкам на осуществление услуг по гарантийному и постгарантийному сервисному обслуживанию.

Необходима не только модернизация оборудования, но и расширение сферы деятельности РТП и сервис-центров, что позволит осуществлять услуги по сервису и ремонту для машин как сельскохозяйственного, так и дорожно-строительного, коммунального, промышленного назначения и муниципального транспорта, и тем самым снизить издержки региональных и муниципальных бюджетов, идущих на компенсацию расходов подведомственных организаций.

Важность проблемы переоснащения и модернизация сервисных служб понимается не только в России, но и в странах таможенного союза. Так, особый интерес представляет разработанная и утвержденная Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и РО «Белагросервис» система мер по обеспечению работоспособности сельскохозяйственной техники в период сельскохозяйственных работ 2014 г. [5], алгоритм работы которой представлен на рисунке 3.

Как считают в Казахстане, вопросы научного обоснования развития системы технического обеспечения сельского хозяйства республики требуют и должны выполняться в рамках целевых научно-прикладных программ АПК. С этой целью КазНИИМЭСХ подготовлена и направлена в министерство сельского хозяйства республики интегрированная научно-техническая Программа «Развитие системы технического обеспечения сельского хозяйства Республики Казахстан, обеспечивающей повышение производительности труда» на период 2015-2019 гг. [4,5].

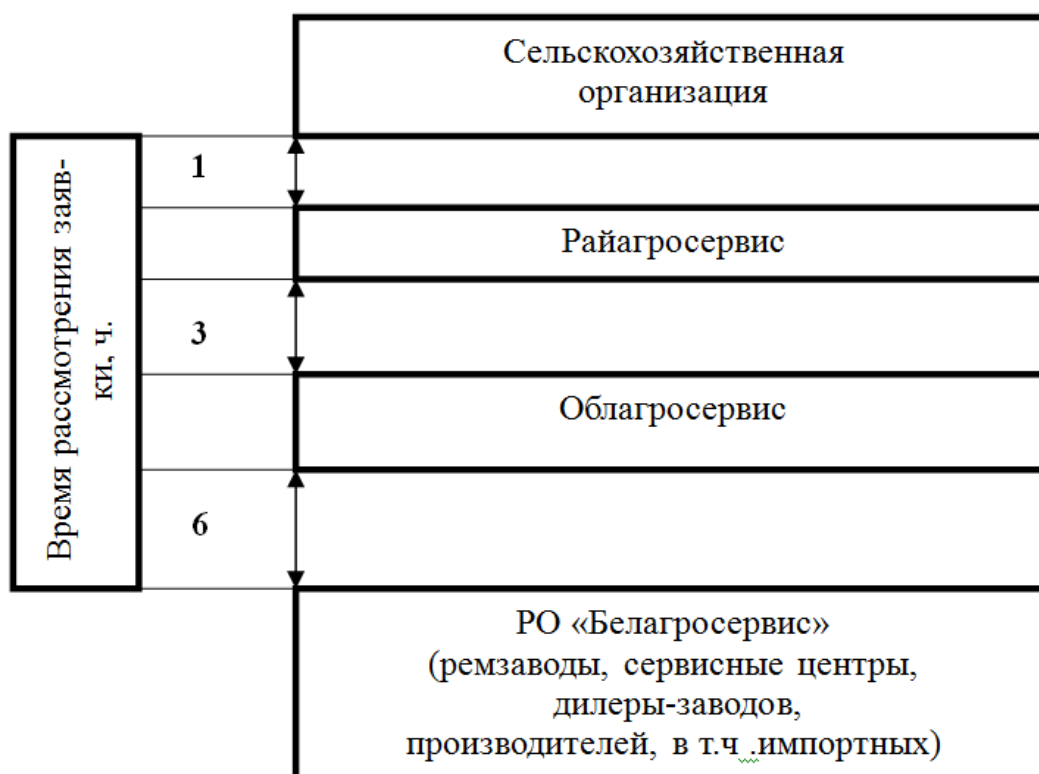
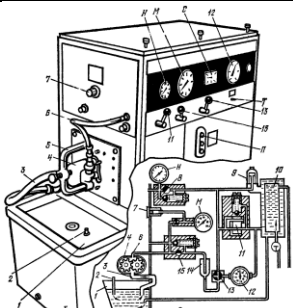
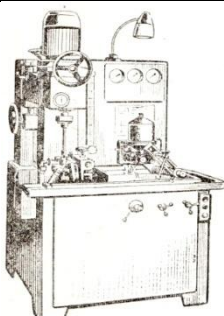
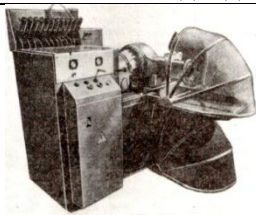


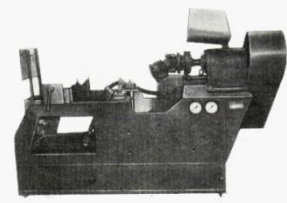
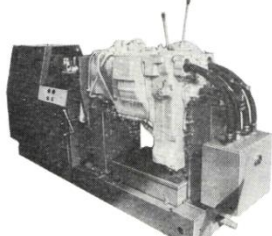
Рисунок 3 – Примерная схема выполнения срочных заявок на период сельскохозяйственных работ по уровням управления (хозяйство – район – область – республика)

В вопросе реорганизации ремонтно-технологических и сервисных служб имеется возможность по конструированию и модернизации контрольно-диагностического оборудования. И на это необходимо уделить особое внимание. Так в рамках выполнения планов НИР и НИОКР в ГОСНИТИ продолжается работа по модернизации, в том числе оборудования разработанного в Целинном филиале ГОСНИТИ (до 1992 г.), и разработке контрольно-диагностического оборудования новых поколений, результаты которой представлены в таблице 1. Представленное оборудование уже внедрено и используется на участках для контроля качества ремонта, настройки и обкатки агрегатов гидропривода и трансмиссии тракторов и самоходных машин в условиях РТП, агроснабов [6].

Для полнообъемного обновления МТП В АПК необходима модернизация существующей ремонтно-обслуживающей базы и инфраструктуры для обеспечения потребностей эксплуатируемой техники в современной системе технического обслуживания и ремонта, что позволит сельхозтоваропроизводителям активнее включиться в процесс обновления МТП.

Таблица 1 – Модернизация контрольно-диагностического оборудования

№ п/п	Продукция для использования в РТП		Примечание (отличия от прототипов)
	выпускаемая (до 1995 г.), взятая за прототип	разработанная взамен ранее выпускаемых	
Стенды для проверки и испытания гидроагрегатов низкого и высокого давления автотракторной техники			
1	 КИ-4200	 КИ-28256	1 Плавный пуск приводного эл. двигателя. 2 Регулируемая частота вращения. 3 Подогрев рабочей жидкости (два уровня). 4 Индикатор степени загрузки эл. привода для контроля степени загрузки механических потерь. 5 Может использоваться как приводная станция при функциональной обкатке агрегатов трансмиссии (КПП, ведущий мост).
Стенды для проверки и испытания агрегатов гидропривода тракторов, самоходных машин сельскохозяйственного и промышленного назначения			
2	 КИ-4815М	 КИ-28097 М (02,03)	1 Увеличена мощность приводного эл. двигателя с 22 кВт до 45 кВт. 2 Может комплектоваться приставками для тестирования ГСТ-90, агрегатов рулевого управления. 3 КИ-28097-03 (45 кВт) имеет верхний напорный бак.
Стенды для проверки и испытания агрегатов системы смазки ДВС			
3	 КИ-5278	 КИ-28256.01	1 Увеличена мощность приводного эл. двигателя -5,5 кВт. 2 Подогрев рабочей жидкости. 3 Вместо вариатора установлен частотный преобразователь. 4 Установлено два нагрузочных дросселя для оценки двухпоточных насосов смазки (ЯМЗ, КАМАЗ). 5 Установлены счетчики жидкости вместо мерного бака. 6 Установлена система для моделирования уровня разряжения.
Стенды для обкатки ведущих мостов автотракторной техники			
4	 КИ-6390	 КИ-28312	1 Регулируемая нагрузка на полуоси. 2 Регулируемая частота вращения. 3 Подогрев и фильтрация рабочей жидкости. 4 Оценка степени приработки по уровню механических потерь 5 Регулировка положения приводного эл. двигателя относительно картера.

Стенды для обкатки коробок перемены передач энергонасыщенных тракторов			
5	 КИ-17918	 КИ-28291	1 Универсальная модель позволяющая проводить обкатку КПП тракторов производства ПТЗ, ХТЗ. 2 Регулируемая частота вращения 3 Встроенная гидростанция для заправки, фильтрации и откачки рабочей жидкости. 4 Комплект манометров на четыре контрольные точки. 5 Индикатор степени загрузки эл.привода для контроля степени загрузки и уровня механических потерь. 6 Два уровня динамической нагрузки, моделирующие работу КПП при эксплуатации без использования внешних тормозных устройств.
	 КИ-6391		

Мероприятия по обновлению контрольно-диагностического оборудования целесообразно вести совместно с дилерской и сервисной сетью предприятий-изготовителей по обозначению потребной номенклатуры под стандарты и требования базового предприятия. Немаловажную роль для модернизации РОБ могли бы послужить разработка и последующее внедрение оборудования, выполненных по грантам и конкурсам департаментов министерства сельского хозяйства отраслевыми научными и учебными учреждениями агроинженерного профиля.

Литература

1. http://www.vost-tech.ru/servis_i_podderzhka/remont_komponentov/
 2. <http://www.tla-techno.ru/parts/service/>
 3. Яшура А. И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник. – М.: Изд-во НЦЭНАС, 2006. – 360 с. ил.
 4. Кешуов С.А., Омаров Р.А. Проблемы технического обеспечения и перспективные направления развития агроинженерной науки на современном этапе //Международная агроинженерия, 2012. Вып. 4. – С. 6-10.
 5. Калиаскаров М. Основные положения проекта научно-технической программы «научное обеспечение технического оснащения АПК Республики Казахстан на 2015-2017 годы», разработанной ТОО «Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства» //Международная агроинженерия, 2012. Вып. 4. – С. 24-40.
 6. http://www.belagroservice.by/uploads/userfiles/files/book_2014.pdf.
- Петрищев Н.А. Обеспечение ресурсосбережения при эксплуатации и ремонте машинно-тракторного парка //Техника и оборудование для села, 2013. – №10. – С. 42-46.

УДК 631.6.22

Муродов Н.М., докт. техн. наук, доцент,
Жураев Ф.У., канд. техн. наук, доцент,
*Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и мелиорации,
г. Бухара, Узбекистан*

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРУДИЙ ДЛЯ РАЗУПЛОТНЕНИЯ ЗАГИПСОВАННЫХ ПОЧВ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по обоснованию рациональных параметров орудия для разуплотнения загипсованных почв.

Главным направлением дальнейшего развития сельского хозяйства является интенсификация сельскохозяйственного производства за счёт повышения урожайности сельскохозяйственных культур при сокращении трудовых затрат на единицу получаемой продукции путем применения прогрессивных приемов обработки почвы и возделывания сельскохозяйственных культур на базе комплексной механизации и автоматизации процессов сельскохозяйственного производства.

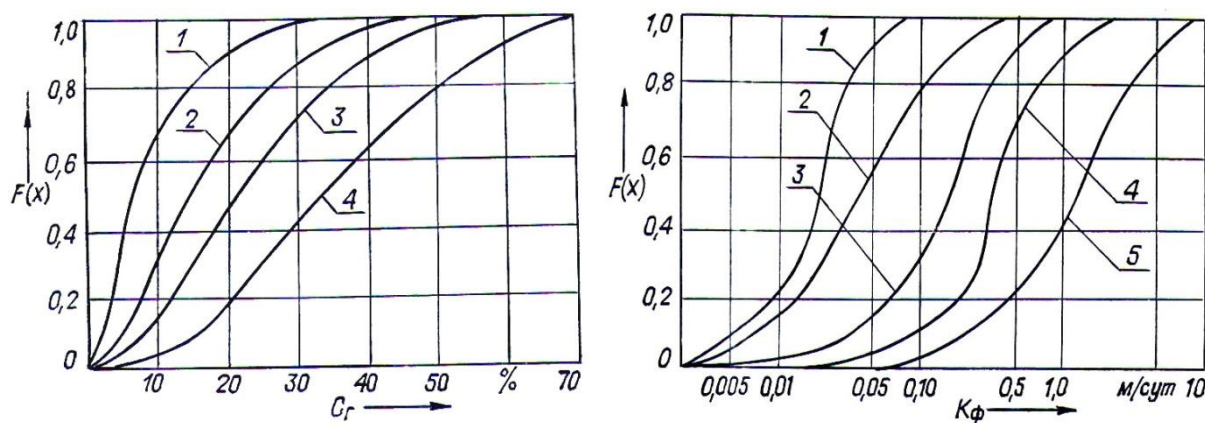
Исследования многих ученых показывают, что традиционные агро-мелиоративные и технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур на «трудномелиорируемых» почвах в большинстве случаев не дают ожидаемого эффекта.

Исследованием [1] установлено, что количество гипса в гипсоносных почвах Голодностепской подгорной равнины зависит от гранулометрического состава почвогрунтов и подчиняется закону гамма-распределения.

Интегральные кривые гамма-распределения гипса в зависимости от механического состава и коэффициентов фильтрации гипсовых почвы приведены на рисунке 1.

Подобный характер накопления гипса в почвах в зависимости от механического состава во многом объясняется сложением почв, распределением солевых растворов по профилю, пористостью почв и их капиллярными свойствами. Варьирование коэффициентов фильтрации гипсоносных почв подчиняется законам гамма-распределения. Анализ литературных данных показывает, что накопление гипса в почвах приводит к снижению коэффициента фильтрации почвы.

Поэтому для улучшения плодородия гипсосодержащих почв необходимо проведение глубокого чизелевания, промывного полива и внесения требуемого количества органических и минеральных удобрений.



1- глины и тяжелые суглинки,
2- средние суглинки;
3- легкие суглинки; 4- супеси и пески

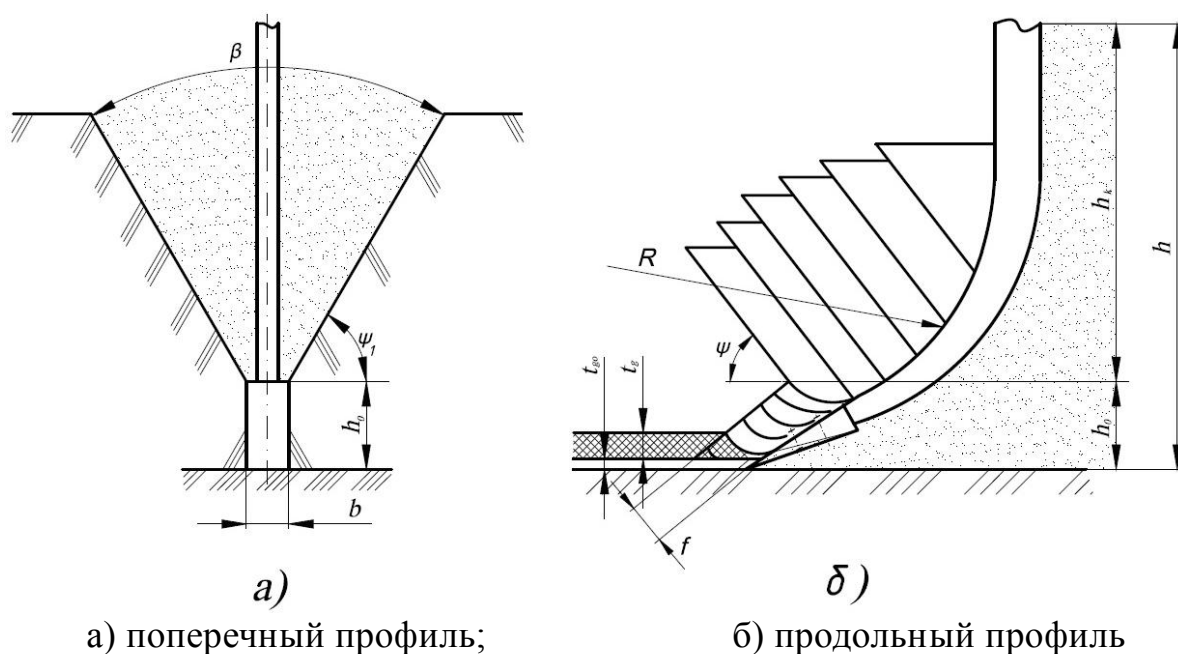
1- глины, 2- тяжелые суглинки, 3- средние суглинки; 4- легкие суглинки; 5- супеси

Рисунок 1 – Интегральные кривые гамма-распределения гипса в гипсоносных почвах

В хлопкосеющих хозяйствах применяются различные орудия и приспособления для этой цели [2]. Однако они не обеспечивают качественной обработки почвы подпахотного слоя.

Следует отметить, что в настоящее время нами разработаны орудия для разуплотнения загипсованного слоя почв.

Орудия обеспечивают обработку почвы рыхлительными лапами до критической глубины (h_k), образование почвенной стружки, которые скалываются под углом Ψ к горизонту (рисунок 2).



а) поперечный профиль;

б) продольный профиль

Рисунок 2 – Воздействие рыхлящего рабочего органа на загипсованную прослойку почвы

Для разрушения загипсованного слоя почвы толщиной t_r , носок рыхлящего рабочего органа должен перемещаться ниже этого слоя на величину t_H . Резание на глубину h_0 происходит в заблокированных условиях, поэтому загипсованный слой почвы будет подниматься по поверхности рабочего органа, образуя на ней почвенный нарост определенной толщины. Этот нарост может быть столь устойчивым и прочным, что в дальнейшем резание почвы происходит им, а не рабочим органом. Ввиду меньшего угла трения и меньшей липкости твердых загипсованных частиц, этот нарост получается незначительным. Поэтому, им можно пренебречь.

Можно предположить, что не следует стремиться к непрерывному деформированию загипсованного слоя, достаточно ограничиться его разрушением лишь носком волнообразного рыхлительного рабочего органа, когда этот слой начинает напозать на него. Для проектирования и обоснования параметров рабочего органа энергосберегающего чизеля-рыхлителя существенное значение имеет высота стойки рабочих органов от опорной плоскости до нижней плоскости рамы.

Значение минимальной высоты от нижней плоскости рамы до поверхности вспушенной почвы во время работы с учетом радиуса опорного колеса можно принять 0,3 м. Высоту стойки рабочих органов можно определить, учитывая условия, при которых исключается забивание рабочих органов орудия почвой и растительными остатками. Ширина захвата почвообрабатывающих машин и орудия должна определяться, исходя из агротехнических и энергетических требований, с учетом конструктивных возможностей. Схемы размещения рабочих органов можно рассматривать (при двухрядной схеме размещения рабочих органов на раме орудия) в последовательном порядке, исходя из свободной зоны деформации почвы под воздействием рыхлительных лап второго ряда так чтобы, зона деформации не должна достигать стойки переднего ряда рисунок 3.

При работе орудия рабочие органы должны расставляться на раме орудия с такой шириной междуследия, чтобы зоны распространения деформации почвы с боковых сторон пересекались.

Для проведения экспериментальных исследований в лабораторных условиях были изготовлены рабочие органы с прямой и криволинейной стойкой, в ходе экспериментов изучали продольную и боковую деформации, углы продольного и бокового скалывания почвы.

Проведенные экспериментальные исследования показывают, что с увеличением площади взрыхленной зоны тяговое сопротивление энергосберегающего чизеля-рыхлителя увеличивается, а удельное сопротивление уменьшается (рисунок 4).

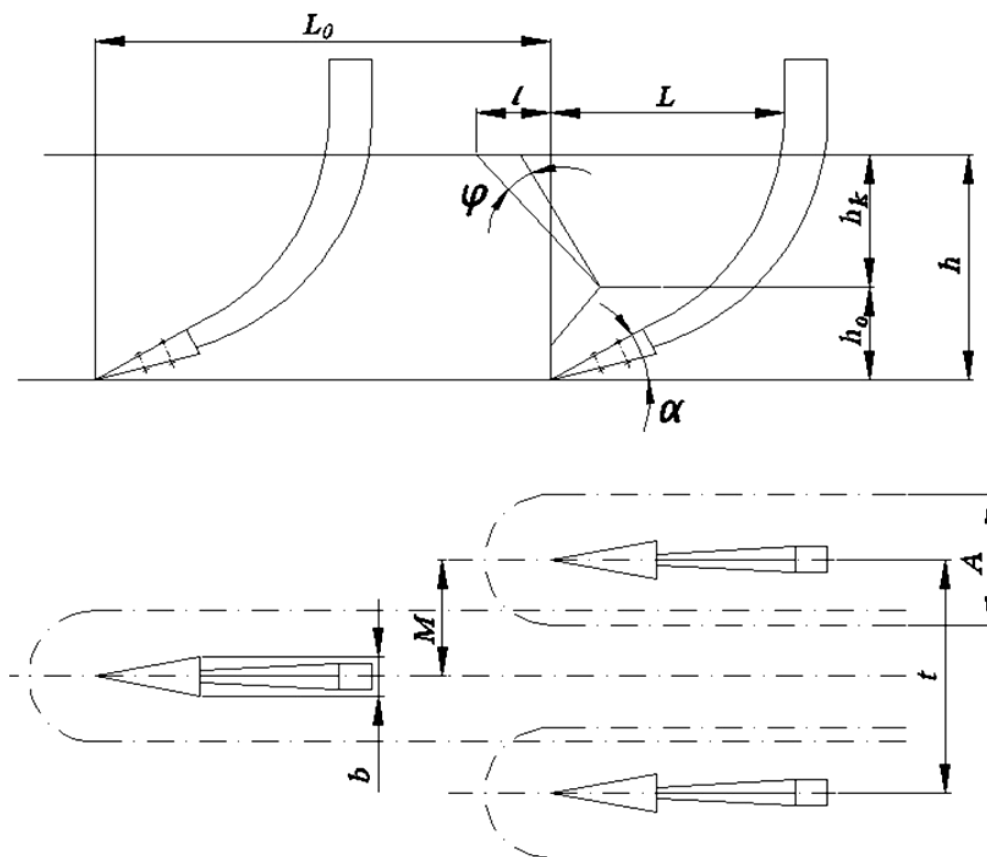
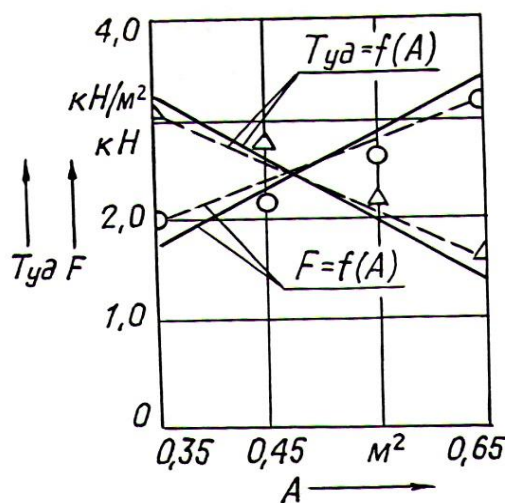


Рисунок 3 – Схема размещения рабочих органов на раме орудия



▷ - удельное сопротивление; 0 - общее тяговое сопротивление;
 — - теоретические; - - - - - экспериментальные

Рисунок 4 – Тяговое и удельное сопротивления орудия

Рациональные значения параметров и режима работы энергосберегающего чизеля-рыхлителя определены методом математического планирования многофакторного эксперимента. Результаты проведенных экспериментальных исследований показывают, что основным фактора-

ми, оказывающими наибольшее влияние на агротехнические и энергетические показатели работы является: R – радиус кривизны, м; L – вылет стойки, м; b_d – ширина захвата рабочих органов, м и V – скорость движения агрегата, м/с (таблица 1).

Таблица 1 – Уровни факторов и интервалы их варьирования

Значения факторов	Обозначения и наименование факторов			
	R - радиус кривизны, м	L - вылет стойки, м	b_d -ширина захвата рабочих органов, м	V -скорость движения агрегата, м/с
Кодированное	0,002	0,003	-0,001	+0,02
Натуральное	0,232	0,213	0,151	1,63
Округленное	0,230	0,210	0,150	1,65

Установлено, что оптимальными значениями параметров с волнообразными рыхлительными рабочими органами можно принять при обработке до глубины 0,40 м, при скоростях движения орудия 1,65 м/с следующие: $R=0,230$ м; $L=0,210$ м; $b_d=0,150$ м при угле вхождения рабочего органа $\alpha = 27^\circ$.

На основании экспериментальных исследований нами была разработана экспериментальная установка. Образцы экспериментальной установки изготовлены в Акционерном обществе «Бухараремонт». Экспериментальная установка состоит из рамы, навесного устройства и установленных в последовательном порядке семи рабочих органов (рисунок 5).



Рисунок 5 – Экспериментальное орудие в рабочем процессе

Результаты исследований показывают, что наличие гипсового слоя в подпахотном горизонте отрицательно влияет на урожайность хлопчатника и других сельскохозяйственных культур, а разрушение гипсового слоя способствует лучшему развитию корневой системы хлопчатника и повышает его урожайности на 6...10 %.

Применение предлагаемого энергосберегающего чизеля-рыхлителя с оптимальными параметрами позволит снизить прямые эксплуатационные затраты на 18,5 % и повысить производительность агрегата на 16,3 %, обеспечивает меньшую энергоёмкость при высоких (в 1,1...1,3 раза) качественных показателях работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гафуров Б.М. Обоснование оптимального водного режима глубокоразрыхленных гипсовых почв голодной степи при орошении хлопчатника. Автореф. дисс. на соискание ученой степ. к.т.н. Т., 1993, с. -27.
2. Жўраев Ф.Ў. Энергияресурстежамкор чизелли юмшатгични кўллаш техника ва технологияси. //Ўзбекситон Республикаси Фанлар академияси “ФАН” нашриёти. Ташкент 2012. -104 б.

УДК 631.171.001

*Усманов А., канд. техн. наук, Шаукентаев Ж., канд. техн. наук,
Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства,
г. Алматы*

СПОСОБЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА «ХОЛОДНОГО» ОТЖИМА РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

В статье приведены запатентованные институтом технические решения по улучшению технологического процесса «холодного» отжима масла, позволяющие повысить производительность, а также улучшить конструкцию пресса. Приведены результаты испытания образца маслопресса «холодного» отжима

В настоящее время начинает находить широкое распространение выработка растительного масла «холодным» отжимом, при котором вырабатывается масло высокого качества с сохранением полезных натуральных компонентов при его пищевого и лечебно-профилактического назначения.

При получении растительного масла по традиционной технологии используется длительное высокотемпературное воздействие на сырье, что губит полезные вещества, содержащиеся в ядрах масличных семян. При таких условиях в масло переходят многие вредные вещества для удаления которых требуется рафинация и химическая обработка, что, в свою очередь, разрушает естественные полезные свойства масла.

Технология «холодного» отжима масла лишена многих недостатков традиционного способа. Благодаря кратковременному относительно низкому ($60-80^{\circ}\text{C}$) температурному и механическому воздействию обеспечивается выработка масла с сохранением всего комплекса натуральных полезных веществ и низкой степенью окисленности, способного по этому показателю конкурировать с рафинированным маслом. Показатель перекисного числа, который отражает степень окисленности масла, составляет не более 3,5 ммоль/кг, когда по требованию ГОСТ – не более 10,5 ммоль/кг.

Технологический процесс «холодного» отжима масла накладывает особые требования на конструктивную схему пресса. Это, в первую очередь, основной рабочий орган – шнек не должен создавать компрессию, а должен только транспортировать семена в зону прессования и там создавать необходимое для выделения масла давление, что сокращает время пребывания сырья. Жмых выводится из этой зоны через жмыхоотводящие отверстия, а масло самотеком стекает через маслоотводящие отверстия пресса.

В институте был разработан и изготовлен экспериментальный образец маслопресса «холодного» отжима (рисунок 1) и подвергнут испытанию по программе ведомственных испытаний.



Рисунок 1 – Экспериментальный образец маслопресса «холодного» отжима

Подтверждена работоспособность пресса при выработке растительного масла из семян подсолнечника, сафлора и других культур. Качество вырабатываемого масла соответствует требованиям СТ РК (427-2005 «Масло подсолнечное пищевое») и СТ РК (428-2005 «Масло сафлоровое»), таблица 1.

Таблица 1 – Показатели качества подсолнечного масла «холодного» отжима

Наименование показателей	Фактическое	Допустимые нормы
Цветное число, mgS_2	20	25
Кислотное число, мг КОН/г	0,19	2,25
Влага и летучие вещества, %	0,12	0,20
Перекисное число, ммоль/кг	3,5	10,5
Нежировые примеси (отстой), %	0,12	0,10
Фосфоросодержащие вещества, %	0,47	0,60

Одновременно с испытанием изыскивались и апробировались способы совершенствования технологического процесса «холодного» отжима масла. К ним относится возможность выработки лекарственных масел, обеспечение вывода жмыха из пресса без нагревания в процессе его пуска в работу, обеспечение ускоренного вывода масла из зоны прессования и транспортирования, а также способ «холодного» отжима масла из семян с жесткой твердой семенной оболочкой (сафлор, хлопчатник, соя).

Предложен способ получения лечебного масла из семян тыквы [1], апробирован: температура в зоне отжима $30-40^{\circ}\text{C}$ и время отжима 7-10с. При таких условиях прессования масло и жмых отвечают требованиям лечебного назначения поскольку в масле сохраняются без изменения имею-

щиеся в семенах тыквы натуральные, биологически активные лечебные компоненты. Способ может использоваться для получения масла из семян арбуза, дыни, винограда и других культур.

Запуск пресса в работу является обязательной процедурой в результате которой пресс должен начать работать. В процессе запуска пресса, когда сначала образуется жмых, а затем за счет его сжатия из него выделяется масло, обязательным условием является создание условий для вывода жмыха из зоны прессования через жмыхоотводящие отверстия пресса. Только в этом случае пресс начнет нормально функционировать.

Существующий способ запуска пресса «холодного» отжима включает нагрев головки пресса специальным нагревательным устройством до температуры 80-90⁰С и только после этого начинается процесс работы пресса. Естественно это требует определенного времени для нагрева, увеличивает энергопотребление, усложняет его запуск и необходимость дополнительного оборудования - нагревательного устройства.

Для упрощения процесса запуска и снижения энергопотребления за счет исключения предварительного нагрева жмых выводится из зоны прессования через отверстие головки пресса при подаче в зону прессования жидкого растительного масла [2].

Жидкое масло, попав в рабочую зону, смазывает внутреннюю полость пресса, включая жмыхоотводящие отверстия, а также сам жмых, т.е. создаются условия для свободного без трения выхода жмыха через смазанного маслом отверстия, а это в свою очередь создает условия для начала работы пресса. Как только процесс выхода жмыха через отверстия стабилизируется, подача масла прекращается, пресс начинает и продолжает работать в требуемом режиме.

Предложенное техническое решение позволяет упростить процесс запуска, уменьшить энергопотребление и не требует дополнительного оборудования – специального нагревательного устройства.

В известных прессах «холодного» прессования отжатое масло вытекает самотеком через маслоотводящие отверстия, которые расположены в зоне транспортирования семян. При этом масло течет в противоположном направлении транспортирования семян. Наличие масла в зоне транспортирования ухудшает условия работы шнека, уменьшает подачу семян в зону прессования и тем самым снижает работоспособность и производительность пресса. К тому же, когда масло самотеком выходит через отверстия, последние забиваются осыпью и масло прекращает вытекать через эти отверстия, в результате нарушается технологический процесс получения масла, требуется остановка пресса и очистка отверстий от осыпи, что снижает производительность получения масла.

Казахским НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства запатентован способ [3], при котором отжатое масло принудительно отводится (откачивается) из зоны транспортирования семян через маслоотводя-

щие отверстия, например, с использованием масляного насоса, обеспечивая стабильный вывод масла из рабочей зоны. При этом в рабочей зоне масло не задерживается, что обеспечивает стабильную работу транспортирования семян шнеком, маслоотводящие отверстия не забиваются осыпью, что стабилизирует технологический процесс, повышает его производительность.

Предложенный способ имеет такое преимущество как своевременный и постоянный отвод нагретого масла из рабочей зоны, снижая температуру пресса, что обеспечивает благоприятные условия для «холодного» отжима масла.

Одним из требований «холодного» отжима масла является кратковременный процесс прессования как условие положительного момента для выделения из семян натуральных веществ, обладающим как пищевым так и лечебно-профилактическими свойствами. Для решения такой задачи был предложен способ [4], где в рабочую зону пресса в процессе работы подается вода, путем впрыска. Вода, поданная в зону прессования, где повышенное давление и температура преобразуется в водяной пар, который создавая пористую структуру ядер семян, способствует повышению качества масла и производительности.

Здесь приведены только запатентованные способы совершенствования процесса «холодного» отжима масла, хотя имеются еще предложения по выработке масла из порошкообразного масличного сырья (рисовая мука, пшеничные зародыши и др.), а также по комбинированным маслам.

Таким образом, имеются реальные возможности на основе имеющегося, прошедшего испытание, образца, создание отечественного маслопресса «холодного» отжима, защищенного республиканскими патентами.

Литература

1. Патент РК 21214, С11В 1/10, 2009 «Способ получения масла и жмыха из семян тыквы». Бюллетень изобретений РК, №5, 2009 г., 2 стр.
2. Патент РК 21197, В30в 9/14, 2009 «Способ запуска масловыжимного пресса». Бюллетень изобретений РК, №5, 2009 г., 2 стр.
3. Патент РК 21213, С11В 1/10, 2009 «Способ отжима масла при «холодном» прессовании масличных культур». Бюллетень изобретений РК, №5, 2009 г., 2 стр.
4. Патент РК 25818, С11В 1/06, 2012 «Способ получения масла из семян сафлора». Бюллетень изобретений РК, №6, 2012 г., 2 стр.

УДК [(631.3-18):631.333.022]:(547.992:631.87)

Белых С.А., канд. техн. наук, зам. зав.отделом, **Сорокин К.Н.**, инженер,
ГНУ ВНИМС, г. Рязань

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ

Описаны технические решения дозирующего устройства технологической линии по производству комплексных удобрений на основе гуминовых, которые позволяют получить высокую точность дозирования микроэлементов в соответствии с потребностью питательных веществ под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур.

Эффективное повышение плодородия почвы и рост её продуктивности зависят не от постоянно увеличивающихся доз минеральных удобрений, а от целого комплекса факторов системы ведения хозяйства, среди которых всё больше возрастает роль микроэлементов в составе комплексных удобрений, полученных на основе гуминовых. Вносимые в почву, они являются мощными катализаторами биохимических процессов за счёт того, что органическое вещество гуматов используется микрофлорой почвы как источник энергии и питательных веществ. В результате более интенсивного разложения органических остатков ускоряются процессы гумификации, почва обогащается гумусом.

Разработанная Всероссийским научно-исследовательским институтом механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства технологическая линия по производству комплексных удобрений на основе гуминовых в сочетании с планируемыми объёмами органических и минеральных удобрений (N, P, K) является существенным инструментарием в решении проблемы восстановления плодородия почв. В процессе производства технологическая линия обновляется и технически совершенствуется.

В данной статье рассматривается дозирующее устройство технологической линии для производства комплексных удобрений на основе гуминовых.

Качество комплексных гуминовых удобрений (гуматы + макро- и микроэлементы) зависит, как правило, от гуматов, поэтому, чем выше планируемая продуктивность сельскохозяйственных культур, тем большую роль приобретает сбалансированность микроэлементов в составе этих удобрений для получения стабильных урожаев, так как все элементы минерального питания тесно связаны между собой и каждый из них влияет на процессы, протекающие в растении [1]. В таблице 1 приведены микроэле-

менты, которые оказывают значительное влияние на процессы роста и развития растений.

Таблица 1 – Влияние элементов питания на рост и развитие растений

№ п/п	Процессы	Состав элементов
1	Величина и качество урожая	N, P ₂ O ₅ , K ₂ O
2	Устойчивость к стрессам	CaCO ₃ , P ₂ O ₅
3	Процесс фотосинтеза и образования хлорофилла	Mg, Mn , Zn, Fe, Cu , Mo
4	Процесс связывания свободного азота	Mo, B , Mn , Fe
5	Преобразование азота и фосфора в растении	B , Zn, Cu , Mn , Mo
6	Синтез белков и витаминов	C, B , P, Zn, Mo, Fe, Mn
7	Преобразование углеводов	B
8	Уменьшение нитратов	Fe, Mg, Ti
9	Развитие клубеньков у бобовых	Cu , B , Mo

В таблице 2 приведен пример потребности зерновых культур в элементах питания под планируемую урожайность в 40-50 ц/га [1].

Таблица 2 – Потребность сельскохозяйственных культур в элементах питания

Культура	Урожайность, ц/га	Макроэлементы, кг/га			Микроэлементы, кг/га		
		N азот	P ₂ O ₅ фосфор	K ₂ O калий	B бор	Cu медь	Mn марганец
Зерновые	40-50	120	80	100	0,2	0,04	0,1

Экономическая эффективность внесения комплексных удобрений рассчитывается по результатам сельскохозяйственного года.

В 2013 году во ВНИМСе была сконструирована технологическая линия по производству гуматов. В результате ее модернизации в 2014 году возникли задачи по ее доработке для выпуска комплексных удобрений и разработки дозирующей системы управления на базе оборудования фирмы «ОВЕН» и программного обеспечения автоматического управления дозирующим устройством в SCADA-системе. На рисунке 1 представлена разработанная для этих целей технологическая линия производства гуминовых удобрений [2, 3].

СХЕМА БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
ПРОИЗВОДСТВА ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ
ПО ИННОВАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

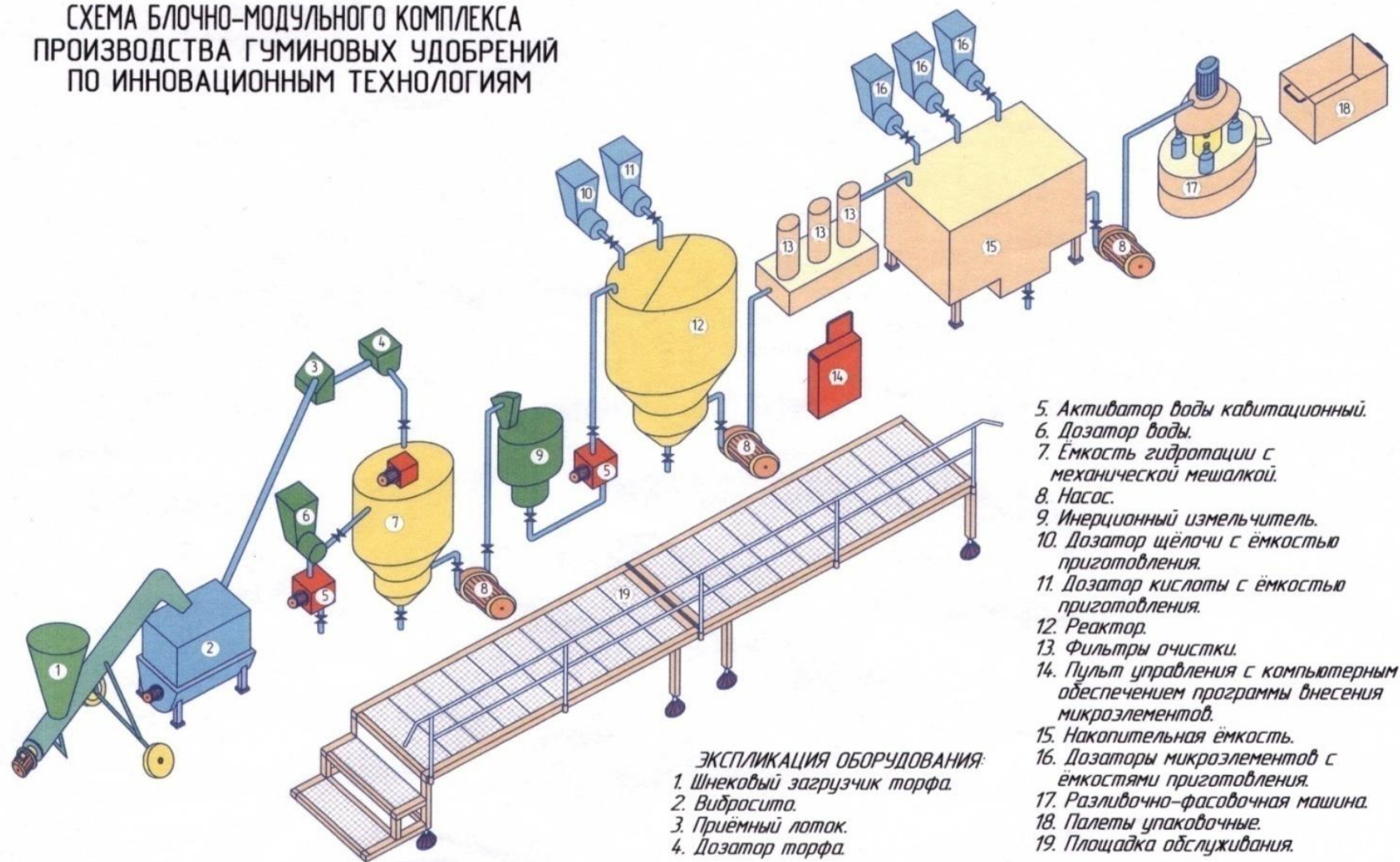


Рисунок 1 – Технологическая линия производства гуминовых удобрений

Технологический процесс дозирования микроудобрений состоит из двух программ (рисунок 2).

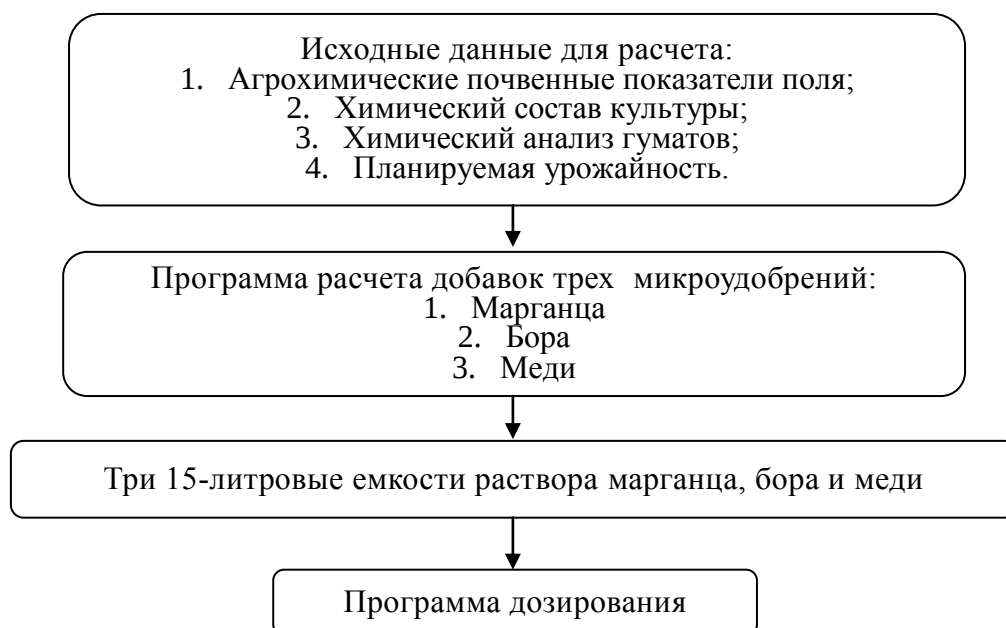


Рисунок 2 – Схема технологического процесса

В первой программе производится математический расчет потребности микроэлементов марганца, бора, меди исходя из агрохимических почвенных показателей поля (получаем от заказчика), химического состава культуры (находится в базе программы), химического анализа гуматов (таблица 3), планируемой урожайности (задается заказчиком). Расчет производится на 200 л концентрированного гуматного раствора. Предполагается, что на 1 га требуется 2 л концентрированного гуматного раствора, а 200 л вносится на 100 га. В программе рассчитываются объемы микроудобрений в физическом весе из раствора марганца – 25%, бора – 37% и меди - 25%. Исходя из технических характеристик насоса-дозатора, программа выдает время дозирования каждого компонента микроудобрений.

Таблица 3 – Результаты анализа гуминовых удобрений на основе торфа

Наименование показателей	Наименование НД на методы анализа	Единицы измерения	Результат анализа (расчета)
Сухой остаток	ГОСТ 26713-85	г/л	26,9
Медь	МУ по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М. 1992 г.	мг/л	1,02
Цинк		мг/л	1,11
Марганец		мг/л	9,0
Кобальт		мг/л	0,25
Железо		г/л	1,81

Система эффективного использования сельскохозяйственных угодий включает следующие базы данных: информационные, картографические и нормативно-справочные. Информационная база данных «Поле» создается на основе проектов внутрихозяйственного землеустройства, данных почвенного и агрохимического обследований сельхозугодий, содержит по каждому элементарному участку характеристики о его почвенном и агрохимическом состоянии, географическом положении и другие показатели. Элементарные участки объединяются в более крупные группировки - поля, севообороты, производственные подразделения.

В состав картографической базы данных сельскохозяйственных угодий входят следующие материалы: топографическая карта, материалы дистанционного зондирования, почвенная карта, карты агрохимического обследования полей по гумусу, кислотности, фосфору, калию. На основе этих материалов формируются электронные карты точечного внесения удобрений.

На каждый элементарный участок поля составляются карты-задания внесения доз макро- и микроудобрений под планируемую урожайность. Формирование электронных карт-заданий по внесению удобрений имеет несколько этапов:

1. Агрохимслужба для заказчика производит отбор проб на поле пробоотборником в глобальной системе позиционирования;

2. Выдает заказчику бумажные аппликации разметки поля на участки со штриховой диаграммой с показателями кислотности, гумуса, калия, фосфора почвы. Они являются исходными данными для расчета доз внесения удобрений;

3. Для выполнения технологического процесса внесения удобрений, в первую очередь, необходимо рассчитать дозы внесения удобрений с учетом вариабельности параметров плодородия и других факторов местности.

Для расчета дозы внесения макро- и микроудобрений используются соответствующие алгоритмы и математические модели.

На рисунке 3 показана схема алгоритма программы для расчета доз макро- и микроудобрений под планируемую урожайность сельскохозяйственной культуры [4].

Для примера используем расчет доз микроудобрений под планируемую урожайность ячменя для СПК колхоз имени В.И.Ленина Старожиловского района Рязанской области [5]. Результаты работы программы представлены на рисунке 4.

Выводы по первой программе:

1. Площадь поля 100 га;
2. Расход гумата 200 л;
3. Три вида микроудобрений – марганец, бор и медь подразумевают три канала одновременного дозирования;

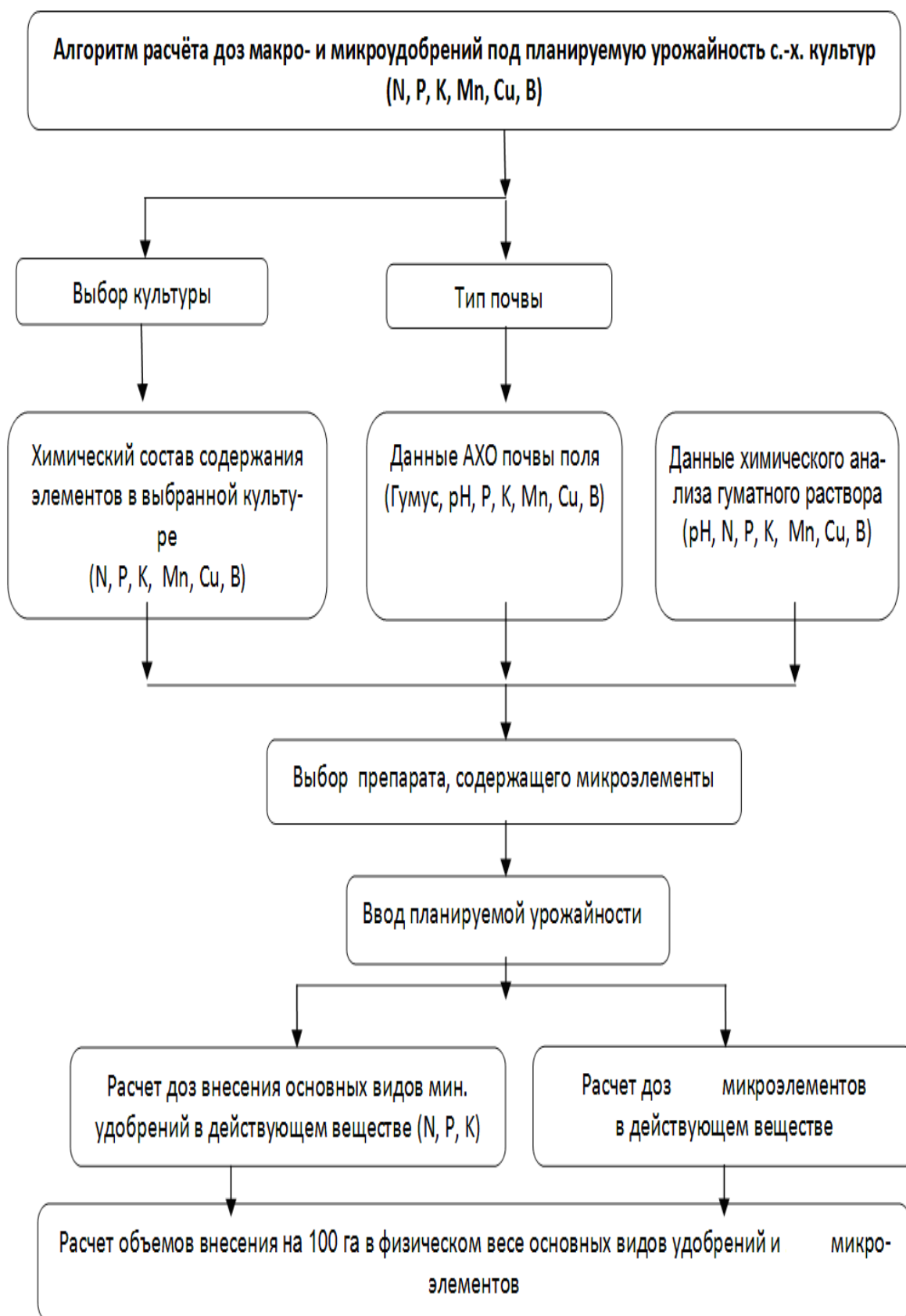


Рисунок 3 – Алгоритм расчёта доз макро- и микроудобрений

Потребность в микроудобрениях

Подразделение

Микроудобрения

Год

1

Марганец	% д. в.	Бор	% д. в.	Медь	% д. в.
Сульфат марганца	25.000	Борная кислота	37.000	Медный купорос	25.000

2014

№ сево-оборота	№ поля	Продукция растениеводства	Планируемая урожайность, ц/га	Площадь поля, га	Орг.уд., т	Всего орг.уд., т	Дозы микроудобрений									Агрохимические показатели поля			Запаска предш.?
							Марганец			Бор			Медь			Бор, мг/100	Медь, мг/100	Марганец, мг/100	
							д.в. кг/га	ф.в. кг/га	Всего марганца, ц	д.в. кг/га	ф.в. кг/га	Всего Бора, ц	д.в. кг/га	ф.в. кг/га	Всего меди, ц				
16	1	Ячмень яровой	10.0	100.00	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.060	0.500	6.000	Нет	
16	2	Ячмень яровой	15.0	100.00	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0026	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.500	6.000	Нет	
16	3	Ячмень яровой	20.0	100.00	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0070	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000	0.500	6.000	Нет	
16	4	Ячмень яровой	25.0	100.00	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0046	0.0121	0.0121	0.0000	0.0000	0.0000	0.500	6.000	Нет	
16	5	Ячмень яровой	30.0	100.00	0.0	0.0	0.0146	0.0582	0.0582	0.0066	0.0178	0.0178	0.0050	0.0200	0.0200	0.500	6.000	Нет	
16	6	Ячмень яровой	35.0	100.00	0.0	0.0	0.0504	0.2014	0.2014	0.0090	0.0244	0.0244	0.0108	0.0433	0.0433	0.500	6.000	Нет	
16	7	Ячмень яровой	45.0	100.00	0.0	0.0	0.1220	0.4879	0.4879	0.0152	0.0410	0.0410	0.0256	0.1026	0.1026	0.500	6.000	Нет	
Итого				700.0		0.0			0.748		0.105			0.166					

Рисунок 4 – Расчет доз микроудобрений

4. Процентное содержание в растворе марганца – 25%, бора – 37% и меди – 25%;

5. Для урожайности ячменя 30 ц/га требуется вносить бора – 1,78 кг, меди – 2 кг и марганца – 5,82 кг в физическом весе (наш расчет для данного поля);

6. Для урожайности ячменя 40-55 ц/га требуется вносить бора 20 кг, меди – 4 кг и марганца – 10 кг в физическом весе [1];

7. Эти дозы микроудобрений через функцию «Время – Доза» являются заданием для их программного дозирования в концентрированный гуматный раствор.

Во второй программе время дозы внесения микроэлемента в концентрированный гуматный раствор заносится в таблицу, из которой передается на управление комплексом программно-технических устройств дозирования (рисунки 5, 6).

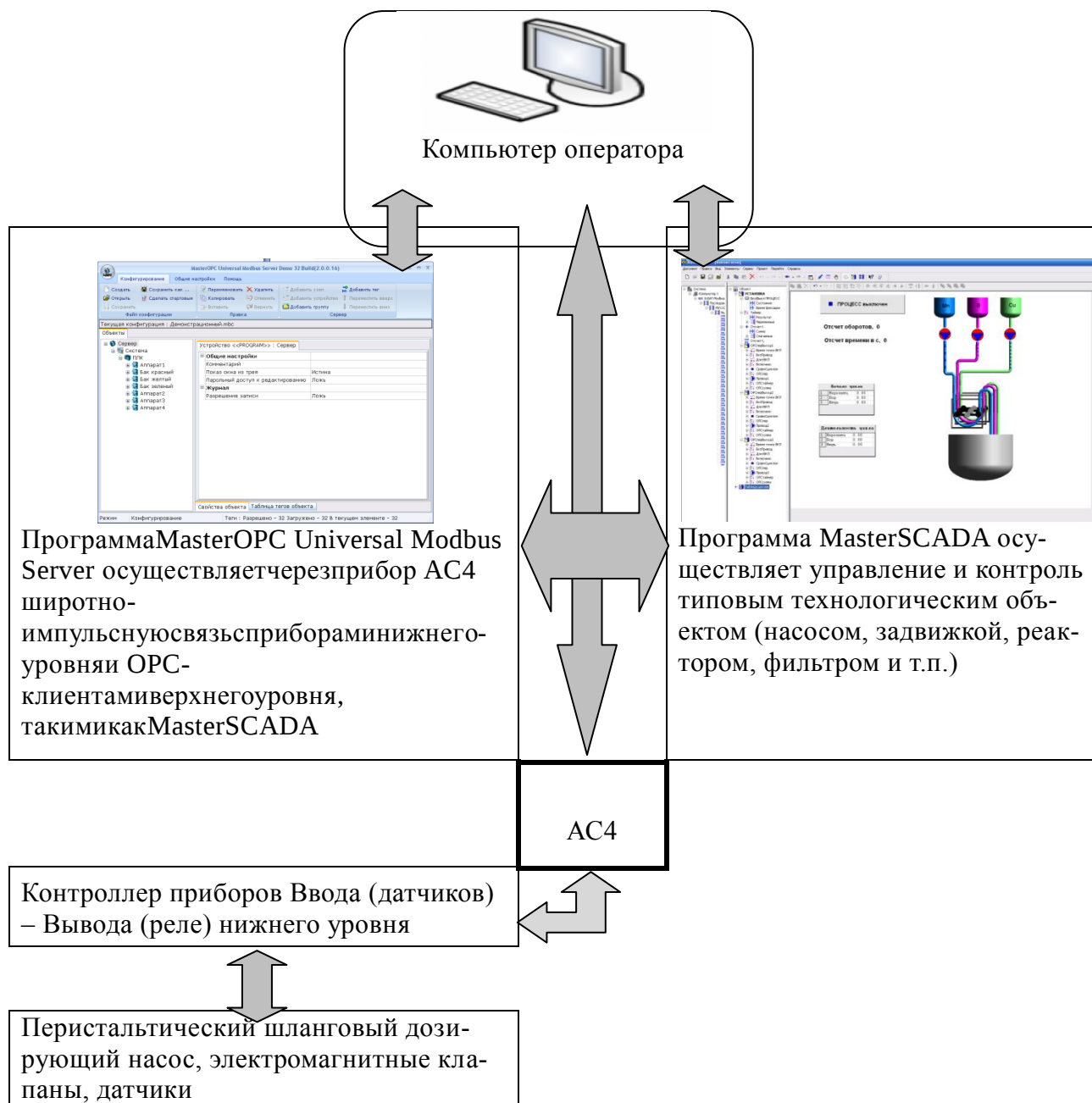


Рисунок 5 – Комплекс программно-технических устройств дозирования

Выводы по второй программе:

1. Посекундный интерфейс с компьютером;
2. Посекундное отслеживание управления Пуск - Стоп трех электромагнитных клапанов на начало и конец доз на основе счета числа оборотов и времени дозирования, что подразумевает постоянную производительность трехканального насоса – дозатора;
3. Опыты дозирования с электромагнитным клапаном с одного уровня водяного столба показали за время 100 секунд отклонение дозы в 300 г в пределах от -6 до +9 г (6%), связанных с запаздыванием включе-

ния на 1 сек. и отключения до 6 сек. управляющего сигнала на электромагнитный клапан, что составляет 5%. Принимая 300 г за минимальную дозу, производительность насоса - дозатора составит 3 г/сек. Технически подбирая мотор – редуктор из справочника, выбираем 1/29 об/мин. (0,48333 об/сек.).

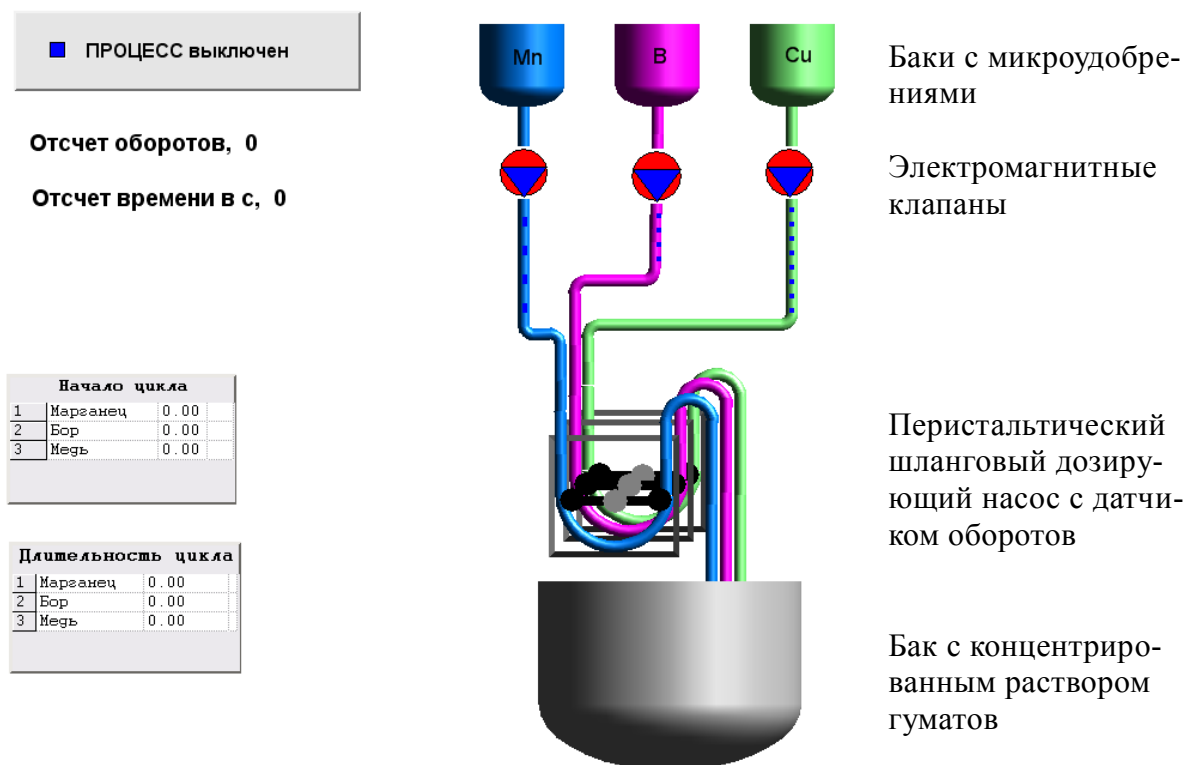


Рисунок 6 – Мнемоническая схема дозирования

Вариант 1. Одновременное дозирование трех микроудобрений. Подбираем внешний и внутренний диаметры резинового шланга из имеющихся в наличии – внутренний диаметр 3 мм, внешний – 7 мм и минимальный радиус обкатки – 25 мм, 2 кулачка. Тогда объем прокачки 2 оборотов за 1 сек. составит 1,073 г, или 0,35% от 300 г, и минимальная доза составит 100 г. Время дозирования 1 л составит 15 минут.

Вариант 2. Увеличиваем радиус обкатки до 50 мм. Тогда объем прокачки двух оборотов за 1 сек. будет 2,146 г, или 0,7% от 300 г, и минимальная доза составит 150 г. Время дозирования 1 л – 7,5 минут.

Вариант 3. За основу берем вариант 1 и последовательно дозируем каждый вид микроудобрения тремя каналами, тогда выходим на минимальную дозу в 300 г. Время дозирования 1 л составит 5 минут.

Таким образом, выводы по техническим характеристикам насоса-дозатора следующие:

1. Производительность одного канала насоса – дозатора 1 г/сек.;
2. 3 канала дозирования;
3. 2 оборота в секунду;

4. 2 кулачка;
5. Внутренний диаметр трубки 3 мм;
6. Радиус обкатки 25 мм;
7. Объем прокачки одного канала за 1 сек. за два оборота насоса составит 1,073 г;
8. Время дозирования дозы в 1 л одним каналом составит 15 минут;
9. Время дозирования дозы в 1 л тремя каналами составит 5 минут;
10. Минимальная доза 0,3 л;
11. Максимальная доза определяется емкостями раствора микроудобрений - 15 л;
12. Погрешность дозирования не более 5%.

Литература

1. Степук Л.Я. Построение машин химизации земледелия /Л.Я.Степук, А.А. Жешко; Нац. акад. наук Беларуси; РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск : НПП НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012.- 443 с.
2. Смышляев Э.И., Сорокин К.Н., Чердакова А.С. Инновационный комплекс для производства гуминовых удобрений: сб. науч. докл. международной научно- технической конференции /ГНУ ВИМ. – М.: ГНУ ВИМ, 2013.- С. 243-245.
3. Сорокин К.Н. О новых технических подходах в технологии производства комплексных удобрений на базе гуминовых//Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб.науч.тр. по материалам международной научно-практич. конф. (г. Рязань, ГНУ ВНИМС, 3-4 декабря 2013 г).– Рязань: ГНУ ВНИМС, 2013. – С. 50–64.
4. Сорокин К.Н., Белых С.А. Алгоритм программы расчета доз комплексных удобрений при управлении производством гуматов: сб. науч. докл. международной научно-практич. конф., посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (Рязанский государственный агротехнологический университет, 19 -20 ноября 2013 г.).– Рязань: РГАТУ, 2013. – С. 72-74.
5. Никитин В.С. Математическая модель почвенного питания сельскохозяйственных культур нечерноземной зоны Центрального региона Российской Федерации//Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб. науч. тр. /ГНУ ВНИМС. – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2013. – С. 121-125.

*Анисимов Н.Г., к.с.-х. н., с.н.с., ученый секретарь,
Костанайский филиал «КазНИИМЭСХ»*

ТЕСНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО С НАУКОЙ - НЕОБХОДИМАЯ ПОТРЕБНОСТЬ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Это подтвердил состоявшийся круглый стол, организованный Костанайским филиалом ТОО «КазНИИМЭСХ» 27 ноября 2013 года. Тема разговора – проблемы при освоении новой техники и решении вопросов механизации при возделывании сельскохозяйственных культур по современным технологиям.

На заседании круглого стола под председательством Астафьева Владимира Леонидовича – директора Костанайского филиала присутствовали: Есильбаев Азамат Мухаметжанович – руководитель технической политики в растениеводстве МСХ РК; Нургазин Уразгали Тлеубаевич – заместитель руководителя ГУ Управления сельского хозяйства Костанайской области; Бисимбаев Тимур Калымжанович – руководитель отдела механизации ГУ Управления сельского хозяйства; Муслимов Нуржан Жумартович – научный координатор по механизации и переработке с.-х. продукции АО «КАИ»; руководители сельхозпредприятий, руководители заводов сельхозмашиностроения, представители отдельных дилерских центров по продаже сельхозтехники, союза фермеров Казахстана, в том числе:

Агайдаров Узакбай Садыкович – директор ТОО «Тойсай»; Бородин Александр Иванович – директор ТОО «Зуевка»; Буканов Сайран Балкенович – директор ТОО «Каркен»; Войкина Татьяна Валентиновна, Зосим Ольга Борисовна – представители ТОО «Урал ЛТД»; Галанин Сергей Михайлович – ТОО «Компания Торо»; Даниленко Олег Владимирович – директор ТОО «АгроФирма Диевское»; Калиаскаров Марат Калиаскарович – зам. директора ТОО КазНИИМЭСХ; Кальницкий Виктор Иосифович – ТОО «Экспро»; Клишко Александр Петрович – директор АО «Заря»; Лопатин Геннадий Андреевич – технический директор АО «АгромашХолдинг»; Подзюбан Александр Васильевич – представитель ТОО «ТумарАгрофирма»; Пигарев Евгений Викторович – директор ТОО «Жанахай»; Пономарев Роман Иванович, Двоглазов Олег Юрьевич – руководители КХ «Пономарев»; Стороженко Леонид Васильевич – директор ТОО «Шаруа»; Тибеев Бауржан Айдаболович – директор ТОО «Мотор Деталь»; Освещали работу круглого стола: Деревянко Татьяна Анатольевна, Васильев Василий Павлович – газета «Костанай Агро».

В работе круглого стола также приняли участие ученые института, руководители конструкторских лабораторий, экспериментального произ-

водства и испытательного центра Костанайского филиала «КазНИИМЭСХ».

По рассматриваемому вопросу повестки дня выступили: Нургазин У.Т. – рассказал о перспективах развития сельского хозяйства области, взаимодействии сельхозформирований, инженерной науки, сельскохозяйственного технического образования, вопросах необходимости развития производственной базы института и ее положительном влиянии на эффективность сельского хозяйства региона и попросил высказаться по затронутому вопросу.

Астафьев В.Л. –Рассказал о научно-производственном потенциале института, о наиболее востребованных среди сельских товаропроизводителей разработках института и о перспективной тематике научных исследований. Далее остановился на цели заседания созванного круглого стола -получить ответ на вопрос: «Нужны ли сельскому хозяйству отечественные разработки, есть ли смысл вкладывать денежные средства в реконструкцию научно-исследовательских институтов по механизации сельского хозяйства или же сделать упор на закуп импортного оборудования?».

В процессе обсуждения повестки дня руководители сельхозформирований высказали свои проблемы при покупке зарубежной техники, какую бы качественную технику они хотели бы видеть у себя на полях и как они представляют влияние инженерной науки на практике.

В частности директор АО «Заря» Климко А.П. сказал: «Последние 8-10 лет наше хозяйство сотрудничает с Костанайским филиалом ТОО «КазНИИМЭСХ». У нас на току, в линию по послеуборочной очистке зерна была смонтирована решетная машина, разработанная учеными института. Она проходила испытания в хозяйстве на протяжении трех лет и в настоящее время четко выполняет технологический процесс. С 2009 по 2011 год в хозяйстве была апробирована технология поверхностного улучшения старовозрастных многолетних трав с использованием орудия для полосного подсева семян трав ОПП-6. Средняя за три года урожайность старовозрастных многолетних трав увеличилась в 1,3 раза.

Мы заинтересованы в дальнейшем сотрудничестве с Костанайским филиалом НИИ по механизации. В хозяйстве имеется высокопроизводительный с высокой пропускной способностью) кормоуборочный комбайн Ягуар-850, фирмы Клаас, Германия. Однако эксплуатация кормоуборочного комбайна показала, что на заготовке измельченных бобовых и бобово-злаковых трав невозможно загрузить комбайн из-за низкой урожайности травостоев. Наше АО «Заря» начало применять (опробовать) технологию, когда для скашивания трав и укладки их в валок используется высокопроизводительные самоходные агрегаты Мак-Дон с жаткой шириной захвата 11 м и ЕС-1 с жаткой шириной захвата 9 м. При этом для оптимальной загрузки кормоуборочного комбайна валки укладываются

сдвоенными. Далее сено в валках, дают подсохнуть и производят его уборку с измельчением. Такой корм (из донника, эспарцета и др. культур) очень хорошо поедается и дает значительную прибавку в виде молочной продукции.

Однако у нас возникли проблемы, которые проявляется в следующем:

- ширина захвата сдвоенных валков 5,0-5,5 м, а ширина захвата подборщика кормоуборочного комбайна 3,0-4,0 м;
- недостаточное просыхание сена в валках, при укладке в хранилища такой корм запревает и портится.

Для полного просыхания валков необходимо в технологии использовать подборщик-плющилку оснащена кондиционером. Машина разрушит мощные стебли растений, и уложит вспушенный, продуваемый валок. Применение таких серийных подборщиков-плющилок не представляется возможным из-за их отсутствия.

В прошлом году мы приобрели жатку канадскую Мак Дон, самоходную захватом 10,6 м за 28 млн. тенге, затем ростовскую жатку, она стоит с измельчителем 21 млн. тенге. Но если бы институт эти жатки испытывал, то доработал бы ростовскую жатку, и не нужно было бы тратить лишние деньги. А по производительности, если эти недостатки убрать, то ростовская жатка всего на 14 % уступает канадской. Это только два года. А когда потребуются запчасти, канадская жатка будет простаивать, то ростовская жатка может выйти на первый план. Хотя немножко её доработать и лучшей жатки не надо!

Я надеюсь, что учёные института помогут нам найти выход из сложившейся ситуации. Для решения подобных задач и нужен институт механизации.»

Буканов С.Б., Герой труда РК, директор ТОО «Каркен», высказался об укреплении материальной базы института: «Институт механизации в регионе нужен. По многим вопросам, связанным с приобретением техники, ее эксплуатацией мы обращаемся в институт. Мы крестьяне консервативны, зачастую «варимся» в собственном соку не знаем о новых разработках техники и технологиях, не можем эффективно использовать новые машины. Институт нам оказывал помощь в оснащении стерневых сеялок сошниками прямого посева, реконструкции зерноочистительного пункта, обработки старовозрастных трав. Мы часто обращаемся по вопросам приобретения новой техники. Необходимо сельскохозяйственную технику, поставляемую в регион, проводить через испытания института механизации, чтобы они делали экспертное заключение о возможности и эффективности применения данной техники в условиях нашего сельхозпроизводства. А сейчас мы зачастую покупаем неизвестно что. Для этого нужно обеспечить институту механизации достойную базу, чтобы они могли проводить полноценную оценку сельскохозяйственной техни-

ки различного направления: почвообрабатывающей и посевной, уборочной, зерноочистительной, для механизации животноводства. Институт должен иметь в распоряжении лучшие образцы техники для проведения сравнительных испытаний и по результатам этих испытаний давать объективную оценку предлагаемой на продажу техники. Дело в том, что мы платим большие деньги за новую технику, при этом не знаем насколько ее применение будет эффективно в наших условиях.

Надеемся, что институт механизации будет развиваться, а наше сотрудничество с ним продолжится и будет плодотворным и взаимовыгодным».

А.И. Бородин директор ТОО «Зуевка», высказался за дальнейшее развитие техники для кормозаготовки: «В 2004 году мы приобрели в Костанайском филиале НИИ механизации- подборщик погрузчик сена ППС-7 для заготовки рассыпного сена. За десять лет эксплуатации подборщик-погрузчик зарекомендовал себя с положительной стороны. Надежное и простое в эксплуатации техническое средство. Не требует больших затрат на ремонт. Мы очень довольны приобретением.

В этом году в нашем хозяйстве институт проводил испытания машины для уборки сена МС-2,3. Это аналог нашего ППС-7 с увеличенной шириной захвата полотняного подборщика. Испытания машины проходили на наших глазах и с нашим участием, поэтому мы смогли самостоятельно оценить новинку. Машина легко производит подбор сдвоенных валков сформированных жаткой шириной захвата 9 м. Это позволяет повысить производительность агрегатов на подборе сена из валков и сократить сроки сеноуборочных работ.

По завершении испытаний нами был заключен договор с институтом на изготовление машины МС-2,3, надеюсь и в дальнейшем будем плодотворно сотрудничать.

Считаю, что институт механизации вносит свой вклад в развитие сельскохозяйственного производства Костанайской области и Казахстана и надеемся на дальнейшее сотрудничество с ним».

Директор ТОО «Тойсай» Агайдаров У.С. и представитель ТОО «Компания Торо» Галанин С.М. высказались за необходимость решения вопроса повышения квалификации инженерной службы хозяйств: «В настоящее время техника, закупаемая сельхозтоваропроизводителями, имеет модельные ряды с различными технико-эксплуатационными показателями. Зачастую инженерные службы хозяйствующих субъектов, собираясь приобрести технику, не знают о её реальных технических и технологических возможностях (тяговых возможностях, производительности в составе разных агрегатов, удельного расхода топлива и т.д.) и вариантов её комплектации из-за отсутствия научно-технической информации. При этом использование сельскохозяйственной техники не по назначению не решает проблему повышения производительности труда. Решить эту задачу можно за счет рационального

применения тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин в конкретных природно-производственных условиях хозяйств с использованием научно-технической информации об их возможностях. Для этого необходимо организовать центр по повышению квалификации на базе Костанайского филиала КазНИИМЭСХ, где опытные специалисты (инженеры, ученые, опытные производственники) смогли бы довести информацию до сельхозтоваропроизводителей о возможностях и правилах эксплуатации в разных производственных условиях различной сельскохозяйственной техники.

Кроме того, вызывает озабоченность сервисное обслуживание большого количества ввозимой зарубежной техники. Не всегда можно быстро и оперативно провести техническое обслуживание, плановый или текущий ремонт, найти необходимую запасную часть, особенно в период посева и уборки, когда сроки проведения работ очень ограничены. В связи с этим необходимо, чтобы у всей ввозимой и продаваемой на территории Республики Казахстан сельскохозяйственной техники были свои центры сервисного обслуживания, что послужит гарантией надежности эксплуатации тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин».

Подзюбан А.В. - представитель ТОО «ТумарАгрофирма» предложил институту развивать исследования по внесению выхлопных газов в почву, за счет чего обогащать ее фосфором. Побольше внедрять отечественную, опробованную технику.

За создание при институте сервисного и учебного центра высказались и другие выступающие.

Лопатин Г.А.- представитель АО «АгромашХолдинг» высказался о существенном вкладе института по совершенствованию испытываемой техники, выпускаемой АО «Агромашхолдинг» Путём устранения выявленных замечаний изготовитель улучшает надежность и выполнение технологического процесса. В связи с чем требуется обратить внимание на улучшение материальной базы испытательных лабораторий.

Тибеев Б.А. – директор ТОО «Мотор Деталь» отметил большую работу института по адаптированию поставляемой белорусской техники на рынок Казахстана.

В заключении заседания круглого стола Есильбаев А.М. - руководитель технической политики в растениеводстве МСХ Республики Казахстан поблагодарил участников за ценные предложения по проблемным вопросам механизации сельскохозяйственных процессов, за положительную оценку деятельности Костанайского филиала ТОО «КазНИИМЭСХ».

УДК 632.912/632.95

Федорова Е.А., канд. биол. наук, **Лотт Д.А.**, канд. с.-х. наук,
Фомина И.В.
ГНУ ВНИМС, г. Рязань

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ВОПРОСОВ ВЫБОРА ПЕСТИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Обоснована необходимость реализации новых подходов к проблеме выбора пестицидов для применения в конкретной фитосанитарной обстановке с учетом особенностей хозяйствования сельхозтоваропроизводителей. Рассматриваются вопросы, связанные с созданием автоматизированной информационно-поисковой системы по решению данной задачи, описано построение моделей ее предметной области

Анализ современного состояния возделывания сельскохозяйственных культур показывает, что в последние годы появилось достаточно много объективных и субъективных факторов, которые накладывают существенный отпечаток на защиту растений. Меняется климат, истощаются и эродируют почвы, все больше выращивается новых высокопродуктивных сортов и гибридов, шире используются энергетически малозатратные технологии возделывания, под постоянным агрессивным воздействием находится естественная биота агроценозов.

В таких условиях специалисты отмечают появление новых вредных организмов; увеличение в течение вегетационного периода числа генераций уже имеющихся; достижение потенциальной плодовитости, присущей видам вредных организмов, изменение циклов их развития, развитие устойчивости к воздействию пестицидов. Кроме этого наблюдается образование и сохранение очагов распространения вредителей, возбудителей болезней сельскохозяйственных культур, сорняков.

С учетом многообразия меняющихся факторов, актуализации вопросов экологической безопасности использования химических средств защиты растений создаются новые действующие вещества и препаративные формы пестицидов, совершенствуются технические средства и технологические процессы их применения, методы прогнозирования и экспресс-диагностирования фитосанитарного состояния семенного и посадочного материала, посевов и посадок. Весь комплекс этих мер направлен на то, чтобы производитель сельскохозяйственной продукции мог своевременно, эффективно и с меньшими затратами обеспечить проведение защитных мероприятий с минимальным воздействием на окружающую среду. Известно, что самой подвижной, динамичной составляющей технологии защиты является подбор необходимого пестицида, который должен быть наиболее эффективным в конкретных условиях, наименее затратным и

вредным для человека, окружающей среды и сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время в Российской Федерации зарегистрировано к применению около 1100 пестицидов, из которых порядка 220 препаратов представлено инсектицидами, 250 - фунгицидами и 470 - гербицидами. Выбрать из этого ассортимента препарат, который подходит для обработки возделываемой культуры, находящейся в определенной фазе развития и подвергающейся негативному воздействию определенного вредного организма, выращиваемой в конкретной системе севооборота, достаточно сложно. Это объясняется большим разнообразием наименований пестицидов, выполненных на основе одного и того же действующего вещества, трудностью нахождения и сопоставления параметров регламентов применения пестицидов, имеющих как одинаковые, так и различающиеся активные начала, а также разнообразием терминологии, используемой для описания способов и особенностей применения.

В связи с этим нами была поставлена задача создания автоматизированной информационно-поисковой системы, содержащей данные обо всех разрешенных к применению пестицидах, их свойствах и нормативах применения в соответствии с регистрационными документами, отраженными в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, и обеспечивающей комплексный подход к подбору препаратов. При этом комплексный подход заключается в возможности выбора пестицида из всего зарегистрированного ассортимента по одному или множеству параметров, детально описывающих конкретные условия, в которых можно применять тот или иной препарат, и используемых при описании регламентов применения.

Для решения поставленной задачи были проанализированы ассортимент и свойства пестицидов, особенности роста и развития культур, технологии и способы их возделывания, в том числе и технологии защиты, и сопоставлены со способами, временем и особенностями применения конкретных средств защиты от конкретных вредителей, возбудителей болезней и сорняков.

В результате проделанной работы было установлено, что весь ассортимент можно рассматривать в разрезе последовательно выполняемых технологических операций, охватывающих полный комплекс работ по защите сельскохозяйственных культур, в плане проведения защитных мероприятий от конкретного вредного организма или их комплекса на конкретной культуре или их комплексе. Может быть проведена и более детальная классификация, связанная, например, со сроками хранения обработанных семян, фазами развития культур, степенью пораженности культур вредными организмами и т.д. Это позволило разработать научно обоснованную систему классификации пестицидов по максимально возможному числу параметров, отражающих свойства препаратов и регламенты их применения [1].

Полученная классификация была использована в качестве основы для создания информационно-поисковой системы.

Был также проведен лингвистический анализ словарного изложения регламентов применения и свойств пестицидов, используемого в государственном каталоге. Установлено, что для этого применяется достаточно разнообразная терминология, описывающая не только непосредственно сами культуры, вредные организмы и фазы/стадии их развития, но и процессы, касающиеся выращивания сельскохозяйственных растений. Например, обработка вегетирующих растений, семян, паров, полей, предназначенных под посев или посадку; полей, на которых через несколько дней появятся всходы; профилактические обработки от болезней и многое другое. Кроме того, часто используются различные термины для описания одного и того же явления (например, «фаза кущения» и «фаза начала кущения – конец кущения» и т.д.). Применяются как обобщенные термины («фаза кущения», «двудольные, устойчивые к 2,4-Д, сорняки» и т.д.), так и более конкретные понятия («фаза начала кущения», «двудольные сорняки» и т.д.).

Проведенный анализ позволил заключить, что для обеспечения полноты и точности поиска необходимо учитывать два типа связей в официально используемой в каталоге пестицидов терминологии: родовидовые и эквивалентности. В результате чего было установлено, что в состав лингвистического обеспечения разрабатываемой информационно-поисковой системы должно входить два основных словаря: словарь предпочтительных дескрипторов, содержащий перечни эквивалентных понятий, и словарь родовидовых дескрипторов, которые и были разработаны [2].

На первом этапе построения информационно-поисковой системы были осуществлены анализ и описание предметной области задачи.

В общем случае модель предметной области может быть представлена системно-комплексным описанием, включающим [3] морфологическую M_μ , функциональную M_ϕ и организационную M_ω компоненты:

$$M_{\text{ПО}} = \langle M_\mu, M_\phi, M_\omega \rangle.$$

Морфологическая составляющая M_μ отражает структуру предметной области и включает соответствующие описания:

- состава объектов $E_\mu = \{E_i : i = \overline{1, N_E}\}$ предметной области задачи;
- связей $I_\mu = \{I_n : n = \overline{1, N_I}\}$ между объектами предметной области;
- множества $\Psi_\mu = \{\Psi : m = \overline{1, N_\Psi}\}$ возможных типов конфигураций структуры базы данных информационно-поисковой системы.

В рассматриваемой предметной области можно выделить следующие основные группы объектов: "Пестициды" P по группам назначения; "Возделываемые культуры" K , для защиты которых используются пестициды;

"Вредные организмы" V ; "Виды обработки" R . При этом сельскохозяйственные культуры из множества K рассматриваются в разрезе фаз их развития F , а вредные организмы из совокупности V - в разрезе стадий их развития S .

Соответственно, морфологическая составляющая M_μ^E предметной области задачи на уровне объектов может быть представлена следующей записью:

$$M_\mu^E = \langle P, (K, F), (V, S), R \rangle.$$

Данные группы объектов объединяются в систему объектов M_μ посредством отношений, которые возникают в результате взаимодействия между ними. Выделены следующие типы отношений:

- иерархические связи I_{KF} между группами объектов «Возделываемая культура» - «Фаза развития культуры»;
- иерархические связи I_{VS} между группами объектов «Вредный организм» - «Стадия развития вредного организма»;
- иерархические связи «Возделываемая культура» - «Вредный организм» I_{KV} ;
- связи «Защита возделываемых культур от воздействий вредных организмов» I_R , объединяющие объекты «Пестициды» P , "Виды обработки" R , «Возделываемые культуры» K , «Вредные организмы» V .

В свою очередь, отношения «Защита возделываемых культур от воздействий вредных организмов» I_R реализуются посредством проводимых работ (технологических операций), которые в модели предметной области задачи представляются объектом "Виды обработки" R . Данный тип отношений может быть рассмотрен с точки зрения содержания проводимых защитных работ, обрабатываемых культур и совокупностей вредных организмов, против которых применяется конкретный препарат. Соответственно, в модели предметной области для отношения «Защита возделываемых культур от воздействий вредных организмов» I_R выделяются уровни, реализующие группы связей: «Виды проводимых работ» I_{R0} , «Защита культур по фазам их развития» I_{R1} , I_{R1F} , «Защита от вредных организмов с учетом стадий их развития» I_{R2} , I_{R2V} , I_{FR2} . При этом каждому уровню отношений I_{R0} , I_{R1} и I_{R2} соответствует структурный элемент, получаемый в результате аналогичной стратификации объекта "Виды обработки" R : «Группа видов обработки» R_0 , «Вид обработки первого уровня» R_1 , «Вид обработки второго уровня» R_2 .

В результате структурирования отношений объектов предметной области «Пестициды», «Возделываемые культуры по фазам их развития» и «Вредные организмы по стадиям их развития» в соответствии с трехуровневой моделью объекта "Виды обработки" получена иерархическая модель взаимосвязей основных объектов предметной области информационно-поисковой системы, представленная на рисунке.

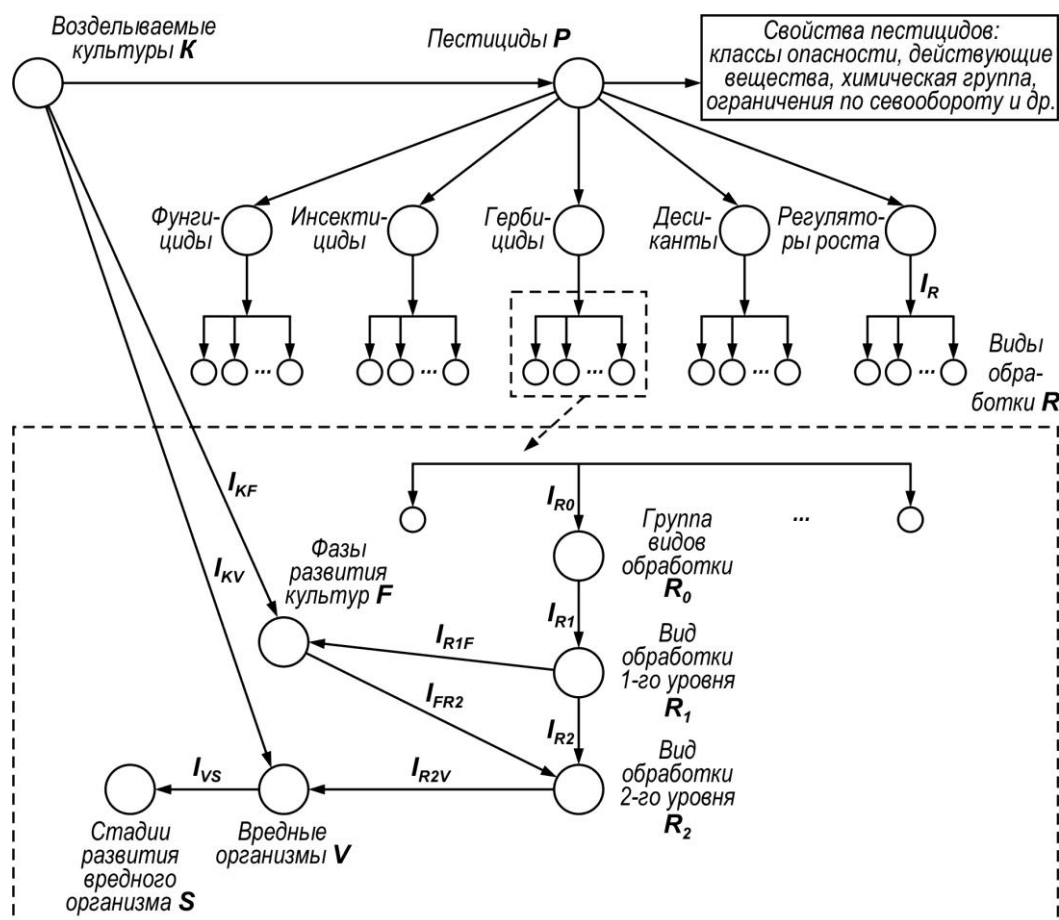


Рисунок 1 – Иерархическая модель взаимосвязей основных объектов предметной области информационно-поисковой системы

В данной модели объект "Пестициды" рассматривается с точки зрения обрабатываемых культур, групп назначения препаратов и вредных организмов. С другой стороны объект "Пестициды" описывается совокупностью таких характеристик препаратов, как сведения о регистрации, стоимость, классы опасности для человека и пчел, состав действующих веществ, принадлежность их к химическим группам, способы воздействия на вредные организмы, способы проникновения и перемещения в культурных растениях, сведения о резистентности, ограничение по севообороту и др. Эти характеристики так же, как и основные, могут быть заданы в поисковом запросе.

Таким образом, при построении автоматизированной информационно-поисковой системы был проведен системно-комплексный анализ основных объектов предметной области задачи, их взаимосвязей с учетом динамики развития сельскохозяйственных культур и разработаны соответствующие модели.

Полученные модельные решения обеспечивают:

- возможность независимого поиска пестицидов во всем зарегистрированном и внесенном в базу данных ассортименте пестицидов;
- единый подход в подборе препаратов независимо от группы назначения;
- необходимую детализацию свойств и характеристик основных объектов предметной области для выполнения точного поиска препаратов;
- реализацию принципа «независимости» объектов предметной области – сельскохозяйственных культур, фаз их развития, вредных организмов, стадий их развития, видов обработки культур от свойств конкретных пестицидов, что позволит в дальнейшем вносить в информационную базу новые препараты, не изменяя описания базовых отношений между основными объектами предметной области;
- полноту поиска за счет анализа синонимичных понятий;
- возможность дальнейшего развития системы, включения в нее элементов оценки экологической безопасности, экономической и биологической эффективности применения пестицидов.

Литература

1. Федорова Е.А., Варфоломеева М.М. Технологически обоснованный выбор пестицидов к применению на зерновых культурах и картофеле //Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб. науч. тр. /ГНУ ВНИМС Россельхозакадемии. – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2012. – С. 94-98.

2. Федорова Е.А., Фомина И.В. Совершенствование определения потребности сельскохозяйственных предприятий в пестицидах, обеспечивающей их рациональное и экологически безопасное использование. Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб. науч. тр. по материалам международной научно-практич. конф. (г. Рязань, ГНУ ВНИМС, 3-4 декабря 2013 г.) /ГНУ ВНИМС Россельхозакадемии. – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2013. – С. 249-256.

3. Нечаев В.В. Концептуальное мета моделирование структур /В.В. Нечаев. – М.: Международное изд. «Информация», 1997. – 52с.

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 A4, 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 полуужирные), 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 полуужирные, 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 абзачными 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

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 2227-2054 (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 06.10.14
Тираж 100 экз. Заказ № 2115
Отпечатано в ПК «ЭКОЖАН»
г. Караганда, ул. Садоводов, 14
тел.: 8(7212) 44-23-68, ekozhan@mail.ru

ISSN 2227-2038



ISSN 2227-2054



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