



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

АГРОПАНОРАМА

№ 6/2009

В номере:

*Определение ширины захвата
и выбросного окна валковой
жатки ЖТ-6*

*К вопросу о безопасности молока
и молочных продуктов*

*Обоснование технологического
процесса машины для сухой
очистки картофеля*

*Исследование несинусоидальности
напряжения в сельских
электрических сетях*





2010 год



Уважаемые коллеги, друзья!



Приближается Новый год, всеми любимый праздник, наполненный желаниями и стремлениями в будущее. Это очередной повод подвести итоги, обозначить новые цели. Оглядываясь на год уходящий, мы с уверенностью можем сказать, что он был для нас успешным и насыщенным яркими событиями, важнейшее из которых – 55-летие со дня образования нашего университета. В течение года мы много и упорно трудились, создавая все необходимые условия для перехода университета на качественно новую ступень развития, совершенствовали учебный процесс, расширяли научные исследования, целенаправленно укрепляли материально-техническую базу, отработывали результативную модель идеологической и воспитательной работы. В связи с этим, хочется сказать всем слова благодарности за плодотворный и добросовестный труд.

Искренне поздравляю ученых и преподавателей, студентов, аспирантов и всех сотрудников университета с Новым 2010-м годом и Рождеством!

Желаю всем новых высоких достижений в учебе и труде, оптимизма и уверенности в завтрашнем дне. Пусть в Новом году исполнятся все ваши самые заветные желания, и Новый год принесет в ваши семьи здоровье, счастье и благополучие!



*Н.В. Казаровец,
ректор университета*

АГРОПАНОРАМА 6` (76) 2009

Издается с апреля 1997 г.

Научно-технический журнал
для работников
агропромышленного комплекса.
Зарегистрирован Госкомитетом
республики Беларусь по печати.
Регистрационный номер № 381.

Учредитель
Учреждение образования
«Белорусский государственный
аграрный технический университет»

Редколлегия:

Казаровец Н.В. – гл. редактор;
Прицепов М.А. – зам. гл. редактора;
Цындрина Н.И. – редактор.

Члены редколлегии:

Богдевич И.М.
Гануш Г.И.
Герасимович Л.С.
Дашков В.Н.
Забелло Е.П.
Казакевич П.П.
Карташевич А.Н.
Степук Л.Я.
Тимошенко В.Н.
Шило И.Н.
Шпак А.П.

Менеджер
Леван В.Г.
Компьютерная верстка
Медведев В.С.

Адрес редакции:

Минск, пр-т Независимости, д.99/1, к.333
Тел. (017) 267-61-21, 267-22-14
Факс (017) 267-34-74

E-mail: pva.nich@batu.edu.by

БГАТУ, 2006. Издание университетское.
Формат издания 60 x 84 1/8.
Подписано в печать с готового оригинала-
макета 22.12.2009 г.
Печать офсетная. Тираж 500 экз.
Зак. № 1157 от 22.12.2009 г.
Статьи рецензируются. Отпечатано в ИПЦ
БГАТУ по адресу: г. Минск,
пр-т. Независимости, 99, к.2
Выходит один раз в два месяца.
Подписной индекс в каталоге «Белпочта» - 74884.

При перепечатке или использовании
публикаций согласование с редакцией
и ссылка на журнал обязательны.
Ответственность за достоверность
рекламных материалов несет
рекламодатель.

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ

Сельскохозяйственное машиностроение Металлообработка

- И.Н. Шило, С.Г. Гриньков, В.П. Чеботарев,
А.Н. Перепечев**
Определение ширины захвата и выбросного окна валковой
жатки ЖТ-6 2
- А.В. Клочков, А.Е. Маркевич**
Системы глобального позиционирования в сельском хозяйстве 5
- И.С. Крук, Ф.И. Назаров, Ю.В. Чигарев,
А.В. Маковчик, А.А. Новиков**
Навесной оборотный плуг с регулируемой шириной захвата
для обработки не засоренных камнями почв 9

Технологии производства продукции растениеводства и животноводства

- Н.В. Казаровец, Л.А. Расолько, В.В. Маркевич,
О.В. Качановская**
К вопросу о безопасности молока и молочных продуктов 13
- В.Н. Дашков, Ю.С. Биза, В.А. Агейчик,
А.Л. Рапинчук, А.С. Воробей**
Обоснование технологического процесса машины для
сухой очистки картофеля 17

Энергетика. Транспорт

- Г.И. Янукович, В.М. Збрадыга, Н.Г. Королевич,
Е.А. Тюнина, А.Н. Горновская**
Исследование несинусоидальности напряжения в сельских
электрических сетях 22
- Ю.С. Почанин**
Тепловой насос – энергетически эффективная составляющая
систем теплоснабжения 26
- И.Н. Ботян**
Особенность поворота трактора с шарнирно-сочлененной рамой 31

Ресурсосбережение. Экология

- В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, О.В. Ляхович,
С.И. Юч, О.Ф. Смолякова**
Компенсация боковой составляющей сопротивления
корпуса плуга 35

Технический сервис в АПК. Экономика

- Д.А. Жданко**
Экономическая эффективность обкатки двигателя на
электрогидравлическом обкаточно-тормозном стенде 38

Аграрное образование

- Л.В. Мисун, Л.С. Шабека, А.Н. Макар**
Совершенствование подготовки специалистов по охране труда
для агропромышленного комплекса 24

- Перечень статей, опубликованных в журнале
«Агропанорама» в 2009 году 45**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ЗАХВАТА И ВЫБРОСНОГО ОКНА ВАЛКОВОЙ ЖАТКИ ЖТ-6

И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор, С.Г. Гриньков, канд. техн. наук (УО БГАТУ);
В.П. Чеботарев, канд. техн. наук, А.Н. Перепечаев канд. техн. наук (РУП «НПЦ НАН
Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье приведены результаты исследований по обоснованию ширины захвата валковой тракторной жатки и ширины выбросного окна.

Введение

В Беларуси более половины площадей зерновых культур убирают в условиях повышенной влажности. Уборка в таких агроклиматических условиях сопряжена с большими трудностями из-за высокой влажности зерна. Комбайны и другие машины значительное время простаивают, уборка по срокам растягивается, что вызывает потери зерна. Чтобы уменьшить эти потери, приходится убирать урожай при повышенной влажности зерна. В результате снижается производительность комбайнов, повышаются потери зерна за молотилкой.

В республике уборку зерновых проводят двумя способами: прямым и раздельным комбайнированием, при этом для стелящихся зернобобовых, гречихи и ряда видов семенных посевов трав наиболее целесообразна раздельная уборка. Раздельная уборка осуществляется с помощью включения в уборочный технологический процесс валковых жаток. Эффективность их использования во многом определяется агротехническими факторами. При этом агроклиматические условия определяют объемы и районирование раздельного способа уборки, а также его разновидности (классическая раздельная уборка или двухфазная уборка), связанные со сроками подсушивания валков.

С учетом ограниченной контурности полей и необходимости достижения оптимальной загрузки комбайнов на подборе валков, весьма важно обоснование

максимально допустимой ширины захвата жатки, а в случае необходимости укладки сдвоенных валков – также ширины выбросного окна.

Основная часть

Обоснование ширины захвата валковой жатки

С целью исключения приминания укладываемого валка левым колесом энергосредства и обеспечения удовлетворительной развесовки жатки относительно его продольной оси ширина захвата навесной жатки с боковым выбросным окном (рис. 1) при агрегатировании с трактором МТЗ-1522В, оборудованном реверсивным постом управления, может быть определена по формуле [1]:

$$B \geq B_0 + n + b_1 + A + d_1, \quad (1)$$

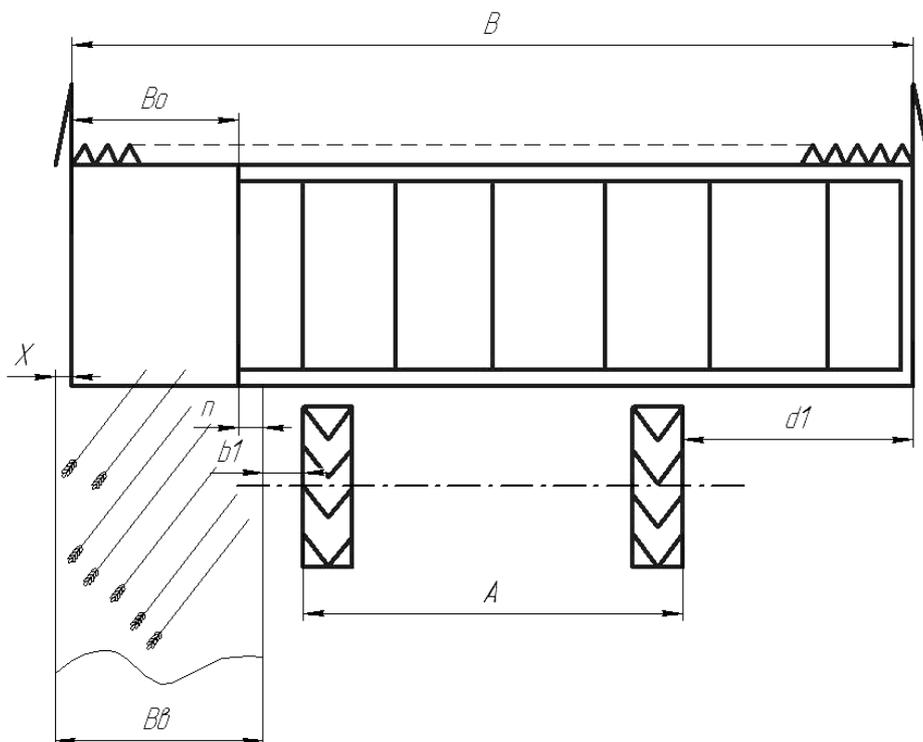


Рисунок 1. К обоснованию ширины захвата жатки с боковым выбросным окном

где B_0 – ширина выбросного окна, м;
 n – расширение вала относительно кромки выбросного окна, м;

b_1 – защитная зона между укладываемым валком и левым ведущим колесом, м;

A – наружная ширина ходовой части, м;

d_1 – зона между еще несрезанными стеблями и правым колесом, м.

Учитывая размерные характеристики энерго-средства $A = 2,3$ м и принимая $B_0 = 1,5$ м, $n = 0,2$ м, $b_1 = 0,5$ м и $d_1 = 1,5$ м, получим ширину захвата жатки $B \geq 5,85$ м.

Наиболее обоснованным следует признать выбор ширины захвата жатки с учетом необходимой загрузки молотилки комбайна при подборе вала. При известной пропускной способности q молотилки должно выполняться условие:

$$m = \frac{q}{V_k}, \quad (2)$$

где m – масса погонного метра вала при подборе, кг/м;

q – пропускная способность молотилки комбайна, кг/с;

V_k – скорость комбайна при подборе вала, м/с.

Массу погонного метра вала можно представить через ширину захвата жатки и урожайность хлебной массы над линией среза:

$$m = 0,01\xi_B B Q_m = 0,01\xi_B B (Q_z + \delta Q_c), \quad (3)$$

где $\xi_B = 0,85 \div 0,95$ – коэффициент использования ширины захвата;

Q_m – урожайность хлебной массы с учетом сорняков над линией среза при фактической влажности зерна, соломы и сорняков, ц/га;

Q_z и Q_c – урожайность соответственно зерна и соломы при фактической влажности, ц/га;

$\delta = 1,1 \div 1,3$ – коэффициент, учитывающий засоренность посевов (или подсев трав).

Так как урожайность зерна обычно отражается при кондиционной влажности и может быть определена при агротехнической оценке состояния посевов перед уборкой, в уравнении (3) текущие значения урожайности зерна Q_z и соломы Q_c представляется целесообразным выразить через урожайность зерна при кондиционной влажности [2]:

$$Q_z = \frac{Q(100 - W_k)}{100 - W_3} = \frac{86Q}{100 - W_3}, \quad (4)$$

где Q – урожайность зерна при кондиционной влажности, ц/га;

W_3 – фактическая влажность зерна в валке, %;

$W_k = 14$ – кондиционная влажность, %.

Аналогично для соломы:

$$Q_c = \frac{\delta Q(100 - W_k)}{\alpha(100 - W_c)} = \frac{86\delta Q}{\alpha(100 - W_c)}, \quad (5)$$

где W_c – фактическая влажность соломы, %;

α – отношение массы зерна к массе соломы при кондиционной влажности.

Подставив значения Q_z и Q_c из формул (4) и (5) в равенство (3) и сделав преобразования, получаем расчетную формулу для определения массы погонного метра вала:

$$m = 0,86\xi_B B Q \left[\frac{1}{100 - W_3} + \frac{\delta}{\alpha(100 - W_c)} \right]. \quad (6)$$

Формула (6) позволяет определять массу погонного метра вала, как в момент его формирования, так и в любой другой момент от скашивания до подбора, при этом изменение массы вала будет определяться текущими значениями влажности зерна и стеблей.

Приравнявая правые части выражений (2) и (6), определяем ширину захвата жатки с условием оптимальной загрузки молотилки комбайна при обмолоте вала:

$$B = \frac{q}{0,86\xi_B V_k Q \left[\frac{1}{100 - W_3} + \frac{\delta}{\alpha(100 - W_c)} \right]}. \quad (7)$$

Принимая при благоприятных условиях уборки $q = 10$ кг/с, $V_k = 2$ м/с, $\xi_B = 0,9$, $Q = 35$ ц/га, $W_3 = 15$ %, $W_c = 20$, $\alpha = 0,67$ и $\delta = 1,1$, получаем, согласно выражению (7), расчетную ширину захвата жатки – 5,73 м, т.е. валок, сформированный 6-метровой жаткой при скорости подбора 7,2 км/ч, практически загружает комбайн пропускной способностью 10 кг/с.

В худших условиях уборки, при урожайности 22 ц/га и снижении скорости подбора до 1,6 м/с (5,76 км/ч), для полной загрузки комбайна потребуются валок, сформированный со скошенной полосы шириной 11,4 м, что свидетельствует в пользу сдвигания валков с двух соседних проходов жатки (валок к валку).

Обоснование ширины выбросного окна

Толщина слоя стеблей на транспортере увеличивается в направлении их движения к выбросному окну. Увеличение толщины слоя стеблей усложняет укладку вновь срезаемых растений, комель которых должен подняться на высоту ($i + H_c$). Максимальная толщина слоя стеблей на транспортере перед выбросным окном $H_{c_{\max}} = 0,1 \div 0,3$ м (рис. 2). Центр тяжести стебля, укладываемого на слой, должен быть обязательно выше уровня уже уложенной массы. С другой стороны, укладка стеблей на транспортере получается упорядоченной, если высота, на которую должен подняться (уложиться) срезанный стебель, не превышает одной третьей его длины.

Для снижения толщины слоя стеблей на транспортерах нецелесообразно уменьшать ширину захвата жатки или увеличивать ширину выбросного окна. Это ведет к снижению производительности жатки и неравномерности распределения стеблей по ширине вала, а

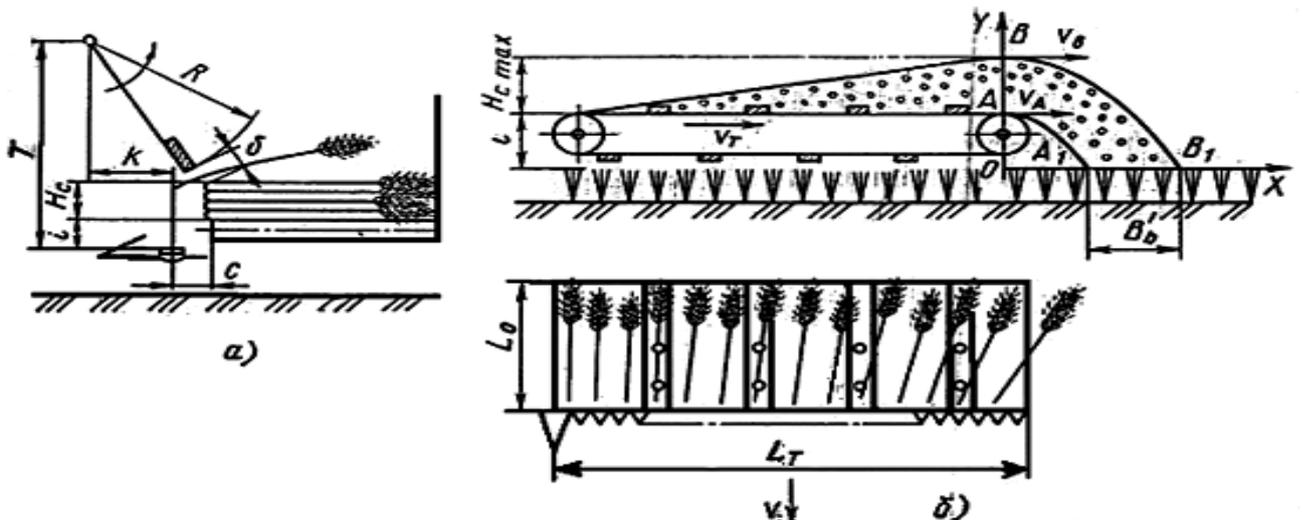


Рисунок 2. Укладка срезанных стеблей на транспортер (а); перемещение их транспортером (б)

также к опасности наезда на валок ходовой частью, особенно при отклонении от прямолинейного движения жатвенного агрегата.

Как показывает анализ, при благоприятных погодных условиях подсушка валков в первые дни после скашивания проходит довольно интенсивно, но при выпадении осадков происходит уплотнение и проседание валка, вентилирование его ухудшается и хлебная масса увлажняется. В таких условиях возникает опасность увеличения потерь или гибели урожая.

Для исключения такого положения ширину выбросного окна целесообразно определять с учетом допустимой толщины сформированного валка [3]:

$$B_0 = \frac{m \cdot h_T \cdot K_1 \cdot K_2}{h_{доп} \cdot K_y \cdot U \cdot F}, \quad (8)$$

где B_0 – ширина валка, м;
 m – масса 1 пог. м валка, кг/м;
 h_T – теоретическая толщина валка при плотной укладке стеблей, м;
 K_1, K_2 – коэффициенты средних отклонений толщины валка по длине и ширине;
 $h_{доп}$ – допустимая толщина валка, м;
 K_y – коэффициент уплотнения валка;
 U – объемный вес хлебной массы в валке, кг/м³;
 F – относительная площадь поверхности валков, определяемая как отношение площади под валками к площади скошенного поля.

Экспериментальными исследованиями установлено [3,4], что для урожайности 35...40 ц/га толщина валка не должна превышать 300 мм; $K_y = 0,15...0,27$; объемный вес хлебной массы в валке $U=30...45$ кг/м³. При этом вес погонного метра валка может достигать 3,5...4,5 кг/м, F находится в пределах 0,18...0,22.

Коэффициенты K_1 и K_2 определяются путем замеров высоты валка по длине (через каждые 10 м) и по ширине (через 200 мм) и выявления относительно отклонения от среднего значения высоты валка (в

ориентировочных расчетах коэффициенты K_1 и K_2 можно принять равными 1). Теоретическая толщина валка h_T определяется количеством стеблей n_{cm} , размещенных по высоте валка, и их диаметром:

$$h = d_{cm} \cdot n_{cm}, \quad (9)$$

где d_{cm} – диаметр стеблей, мм ($d_{cm} = 4...8$ см);

n_{cm} – количество стеблей в валке по высоте.

Для ржи, пшеницы с урожайностью 35...40 ц/га экспериментально определено: в валке 6-метровой жатки размещается по высоте от 25 до 35 стеблей. Тогда при $d_{cm} = 5$ мм толщина валка h_T составит 125-175 мм, принимаем среднее значение $h_T = 0,15$ м.

Получим окончательный результат:

$$B_0 = \frac{4,0 \cdot 0,15 \cdot 1 \cdot 1}{0,3 \cdot 0,2 \cdot 40 \cdot 0,2} = 1,25 \text{ м.}$$

Тогда ширина выбросного окна

$$B_0 = B_0 - n + \Delta v_c, \quad (10)$$

где $n=0,1$ – расширение валка со стороны сбросной кромки транспортера за счет релаксации стеблей при низкой урожайности, м;

$\Delta v_c = 0,2$ – принудительное сужение валка стеблеотводом со стороны левой боковины жатки для обеспечения ее работы челночным способом, м.

$$B = 1,25 - 0,1 + 0,2 = 1,35 \text{ м.}$$

Таким образом, ширина выбросного окна составит 1,35 м.

По результатам испытаний на Белорусской МИС валковых жаток с шириной захвата 6 м [5], ширина сдвоенного валка при скашивании ячменя "Эльгина" составляла 2,19÷2,29 м, при скашивании озимой ржи "Белта" – 3,35÷3,40 м. Такие валки удовлетворительно подбираются комбайном, оборудованным платформой-подборщиком с шириной захвата 3,4 м производства ПО «Гомсельмаш».

Выводы

1. Совершенствование раздельной и двухфазной уборки хлебов в республике может быть обеспечено путем разработки универсальной 6-метровой жатки к реверсивному трактору, обеспечивающей при скашивании высокоурожайных хлебов укладку массы в одинарный валок, а при уборке хлебов с урожайностью менее 25-30 ц/га – в двоярные валки.

2. Ширина выбросного окна для валковой жатки с захватом 6 м должна составлять 1,35 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванцов, В.И. Валковые жатки / В.И. Иванцов, О.И. Солощенко. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.

2. Гриньков, С.Г. Номограммы для определения массы погонного метра валка и степени его сушки / С.Г. Гриньков // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / ЦНИИМЭСХ. – Мн.: Урожай, 1970. – Вып.10. – С.176-181.

3. Баранов, А.А. Валковые жатки российского производства. / А.А. Баранов, В.П. Козубов, А.В. Авдеев // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1998. – № 2.

4. Пиуновский, И.И. Уборка зерновых культур / И.И. Пиуновский // Вопросы технологии механизированного сельскохозяйственного производства, ч. II. – Мн.: Урожай, 1967. – С.

5. Протокол приемочных испытаний жатки валковой тракторной ЖТ-6 №127 от 31.12.04/ ГУ «Белорусская МИС».

УДК 631.559:551.5 (470.31)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 10.08.2009

СИСТЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А.В. Клочков, докт. техн. наук, профессор, А.Е. Маркевич, канд. техн. наук,
доцент (УО БГСХА, г. Горки)

Аннотация

Приведен анализ существующих и разрабатываемых спутниковых систем глобального позиционирования и обоснованы пути их использования в сельскохозяйственном производстве.

Введение

Системы точного земледелия получают все большее распространение в различных странах мира. При этом каждое сельскохозяйственное поле рассматривается как неоднородное по рельефу, почвенному составу и агрохимическим характеристикам. С учетом полученных данных предполагается применение различных агротехнологий для каждого специфического участка поля. В общей технологии возделывания полевых культур необходимые этапы выполняются с корректировкой на локальные условия отдельных участков поля. Предусматривается также система «обратной связи» с анализом величины полученного урожая по отдельным участкам поля. Наряду с обеспечением ровного по площади состояния растений, указанные меры создают условия рационального использования регулируемых факторов продуктивности, оптимальное потребление элементов питания. Создаются также предпосылки для обеспечения экологической безопасности применяемых технологий.

Практическое использование данных по состоянию отдельных участков поля стало возможным благодаря применению компьютерных устройств на мобильных агрегатах и спутниковой глобальной системы GPS позиционного определения места нахождения источника информации. Данные устройства позволяют наносить на карту поля ситуацию по характеристикам условий возделывания или итоговому урожаю по отдельным участкам.

Основная часть

Краткая характеристика современных навигационных систем

Global Positioning System (GPS) [1] – спутниковая навигационная система США, состоящая из работающих в единой сети 24 спутников, находящихся на 6 орбитах, высотой около 17000 км над поверхностью земли. Спутниковая система GPS известна также под другим названием – NAVSTAR.

NAVSTAR GPS (NAVigation Satellites providing Time And Range; Global Positioning System) — обеспечивающие измерение времени и расстояния навигационные спутники; глобальная система позиционирования. Система позволяет в любом месте Земли, при любой погоде определить местоположение и скорость объектов, разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США. Основной принцип использования системы — определение местоположения путем измерения расстояний до объекта от точек с известными координатами – спутников.

GLONASS – Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) – российская спутниковая система навигации [2]. Основой системы должны являться 24 спутника, движущихся над поверхностью земли в 3-х орбитальных плоскостях с наклоном 64,8° и высотой 19100 км. Принцип измерения аналогичен американской системе GPS (NAVSTAR).

Создаваемые системы навигации

GALILEO (ГАЛИЛЕО) — европейский проект спутниковой системы навигации [3]. Европейская система предназначена для решения навигационных задач для любых подвижных объектов с точностью менее одного метра. Ныне существующие GPS-приемники не смогут принимать и обрабатывать сигналы со спутников Галилео, хотя достигнута договоренность о совместимости и взаимном дополнении с системой NAVSTAR GPS третьего поколения. Так как финансирование проекта будет осуществляться, в том числе, за счет продажи лицензий производителям приемников, следует также ожидать, что цена их будет несколько выше сегодняшней.

COMPASS BEIDOU (КОМПАС) — спутниковая система навигации, созданная в Китае [4]. В 2000 г. включала в себя 2 спутника, расположенных на геостационарной орбите, и обеспечивала определение географических координат в Китае и на соседних территориях.

Система *Компас* (также известная как *Beidou-2*) не расширение к ранее развернутому *BEIDOU*, а новая система, подобная в принципах работы на GPS и Galileo.

The Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS) — индийская региональная навигационная спутниковая система. Разрабатывается индийской организацией по исследованию космоса (Indian Space Research Organization), контролируемой правительством Индии. Предполагается небольшим количеством спутников обеспечить точность местоопределения объектов (менее 20 м) на всей территории Индии и в радиусе 2000 км за ее пределами. Спутниковая группировка IRNSS будет состоять из семи спутников на геосинхронных орбитах.

QZSS (Квази-Зенитная Спутниковая Система) — предполагается как региональная система передачи времени с тремя спутниками и расширение для GPS, которая была бы доступна в пределах Японии.

Точность систем навигации

Минимальная погрешность американской системы GPS составляет 3 м и зависит от качества GPS-приемника, погодных условий, окружающего ландшафта и многих других факторов. США планирует вывести на орбиту новое поколение навигационных спутников и к 2013 г. повысить точность определения координат до 1 м.

В настоящее время погрешность определения координат в системе ГЛОНАСС составляет порядка 50 м при использовании спутников «Глонасс» и порядка 15 м для спутников «Глонасс-М» с улучшенным бортовым стандартом частоты. К 2010 году планируется обеспечить точность до 5 м.

Подобные погрешности исключают возможность использования систем навигации в сельском хозяйстве. Для повышения точности необходимо использовать, так называемый, DGPS сервис, обеспечивающий получение дополнительных дифференциальных поправок, уточняющих местоположение GPS-приемника.

DGPS (Differential Global Positioning System) — дифференциальная система GPS. Используется для исключения атмосферных искажений сигнала на приемниках. Сигналы DGPS коррекции посылают пользователям по радио (рис. 1). Основные источники сигналов DGPS — это радионавигационные маяки и

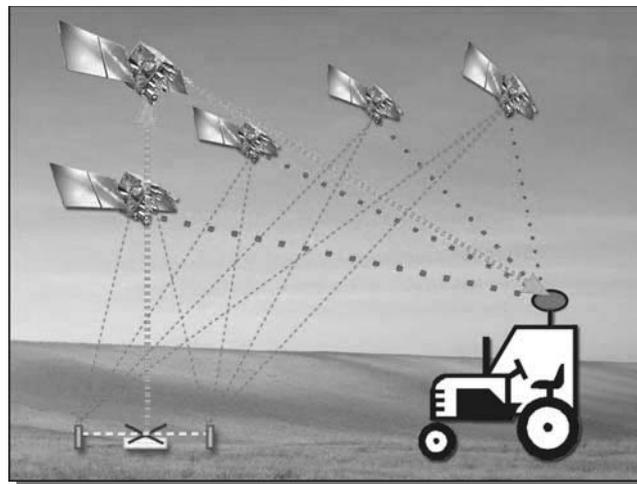


Рисунок 1. Схема передачи сигналов в системе DGPS

спутники на геостационарной орбите. Сигналы дифференциальной коррекции от радиомаяков передаются на средних частотах (283,5-325 кГц). Радиосигналы на этих частотах подвержены отражению от земной поверхности. Поэтому холмистая и горная местность обычно не влияет на прием сигнала.

Возможные системы навигации для сельского хозяйства

На данном этапе развития сельскохозяйственной техники и соответствующих технологий наиболее перспективным является использование системы глобального позиционирования для обеспечения параллельного вождения агрегатов для защиты растений и внесения удобрений с заданным смещением относительного предыдущего прохода. При их использовании технологические операции выполняются с минимальными перекрытиями, экономятся удобрения и средства защиты растений, рабочее время. Это позволит отказаться от использования технологической колеи или пенных маркеров. Использование систем параллельного вождения облегчает работу оператора, позволяет работать в темное время суток и в условиях плохой видимости.

Системы параллельного вождения подразделяются на курсоуказатели, системы подруливания и устройства автопилотирования.

Курсоуказатели являются наиболее простыми устройствами и показывают на светодиодной панели или жидкокристаллическом экране отклонение агрегата от требуемой траектории. Стоимость таких устройств составляет 2500-4500 EUR.

Системы подруливания подключаются к рулевому управлению машины и самостоятельно ведут аг-

регат по заданной траектории. Стоимость таких устройств обычно превышает 15 000 EUR.

Системы автопилотирования обеспечивают автоматическое управление агрегатом, включая работу в загоне и развороты. Их стоимость составляет до 45 000 EUR.

Наиболее реально использование простых систем с курсоуказателями. Среди них известны следующие устройства: CenterLine 220/230 фирмы «TeeJet-LH», Track-Guide фирмы «Muller Electronic», Green Stare фирмы «John Deere», EZ-GUIDE 250/500 фирмы «Trimble», OUTBACK и E-Drive фирмы «AGROCOM».

Например, GPS-курсоуказатель CenterLine 220 с линейкой светодиодов использует высококачественный GPS-приемник WAAS/EGNOS и дополнительно включает универсальный GPS-курсоуказатель в виде компактного переносного блока. Имеет навигационный курсоуказатель с линейкой светодиодов плюс графический дисплей для выдачи полной информации о выдерживании направления движения, а также высококачественный встроенный GPS-механизм с наружной антенной и износостойкую клавишную панель с фоновой подсветкой, легко различимой даже при недостаточном освещении.

Простота настройки позволяет без затруднений начать пользование системой, при помощи которой можно устанавливать режимы движения по прямой (параллельным курсом) и по криволинейной траектории. Встроенная функция прогнозирования позволяет предвидеть будущее положение транспортного средства, также существует функция возврата к заданной точке, обеспечивается подача на выход сигнала скорости, полученного от радарного определителя для использования с другими системами, которые требуют сигнала скорости движения относительно поверхности почвы.

Курсоуказатель Track Guide фирмы «Muller Elektronik» имеет цветной дисплей, информация с которого легко читается при любых условиях. Внизу дисплея графически отображается машина с ее соответствующим курсом. При желании изображение можно увеличить.

После проезда вокруг поля рассчитывается площадь поверхности и определяется граница. Система также позволяет пометить препятствия, при приближении к которому появляется звуковой сигнал и визуальное предупреждение.

Прибор оснащен встроенной памятью, которая способна сохранять как информацию о границах поля, так и местонахождение препятствий и линии прохождения каждого поля. Кроме этого, имеется функция, позволяющая присваивать и регистрировать названия полей. Прерванный рабочий процесс может быть сохранен и возобновлен в любое время.

Обеспечиваемые преимущества: меньшее количество перекрывающих полос, экономия продукта, топлива и повышенная производительность. Сокращение огрехов снижает возможность потери урожая, обеспечивает предупреждение о препятствиях и защите от расходов на ремонт.

Производилась сравнительная оценка [5] указанных в таблице систем точности работы с использованием системы навигации DGPS EGNOS. Оценка осуществлялась по количеству осталяемых огрехов и допускаемых перекрытий (рис. 2). Площадь поля составляла 10 га. Исследовалась работа опрыскивателей захватом 24 м при скорости движения 10 км/ч за

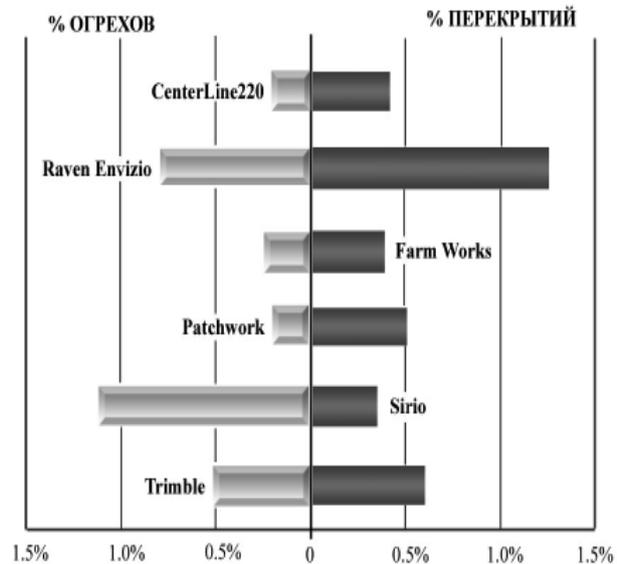


Рисунок 2. Результаты сравнения различных курсоуказателей по величине огрехов и перекрытий

5 проходов по параллельным линиям. Шаг замеров точности вдоль линии движения составлял 1 м.

Результаты замеров показали, что большую сумму баллов (80 из 100 возможных) имеют системы CenterLine 220 и Trimble. Более низкие показатели по точности обеспечивали устройства Raven Envizio (76 баллов) и Sirio (58 баллов). В большинстве случаев количество огрехов и перекрытий находилось в пределах 0,5%, что характеризует достаточно высокую точность работы сравниваемых устройств.

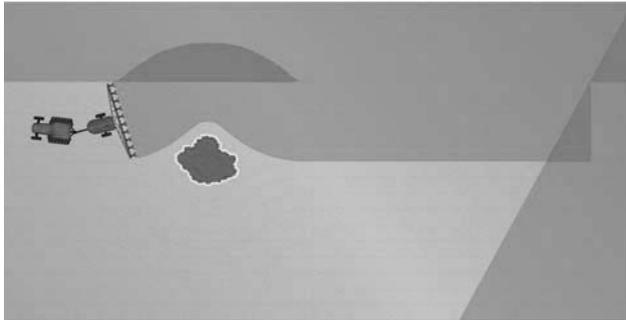
Расширенное использование навигационных систем

В настоящее время многие системы параллельного вождения интегрированы в компьютерные блоки управления нормой внесения рабочей жидкости опрыскивателей. Например, компания «Teejet» предлагает систему CenterLine 230 Boom Pilot, позволяющую автоматически управлять штангой (рис. 3) посредством отключения секций, выполняющих перекрытие (повторную обработку посевов).

Стоимость подобных интегрированных систем практически не отличается от стоимости исходных компонентов, однако их практическая выгода очевидна (исключение ошибок вождения агрегата, экономия пестицидов, горюче-смазочных материалов и времени).

Эффективность систем GPS

Экономическая эффективность от применения систем GPS в Республике Беларусь была оценена фирмой «Белросагросервис» и складывалась с учетом



а



б

Рисунок 3. Использование GPS навигации без управления штангой (а) и с системой Voom Pilot (б)

переменных издержек на технику, горюче-смазочных материалов, семян, удобрений и средств защиты растений, затрат рабочего времени.

На предлагаемом первом этапе внедрения оборудования для точного вождения машинно-тракторных агрегатов главным преимуществом является уменьшение перекрытий между отдельными проходами.

Расчеты фирмы «Белросагросервис», сделанные на основании справочника КТБЛ – планирование предприятия и КТБЛ – стандартные калькуляции маржинального дохода, проводились со следующими параметрами: 10 % перекрытий кроме посева и работы с технологической колеей (5%); технология производства пшеницы озимой без вспашки; размер участка 5 га.

Для описанной выше технологии экономия составит: 0,31 ч-часов/га рабочего времени; 6,12 EUR/га – переменных издержек, из них 3 л/га – дизельного топлива по цене 85 центов/л. К этому добавится экономия семян, удобрений и средств защиты растений. 3,2 EUR/га – стоимость семян; 5,0 EUR/га – азотных удобрений; 11,6 EUR/га – основных удобрений; 5,4 EUR/га – средств защиты растений.

При стоимости оборудования 20 000 EUR и сроке амортизации 10 лет, а также с учетом годовой стоимости эксплуатации 3 000 EUR безубыточность использования данной системы обеспечивается при размерах хозяйства 180-300 га.

Реальной цифрой для дальнейших расчетов может быть информация о 3,4-10,0% перекрытий при работе по традиционным технологиям.

Проверка в условиях Могилевской области показала наличие на посевах с технологической колеей перекрытий в пределах 3,8-5,2% площади. В численном выражении типичная величина перекрытий при ширине технологической колеи 12 м составляет 45,2-62,3 см.

Системы управления фирмы «JOHN DEERE», по информации производителя, сокращают перекрытия на 10%. Реальная точность вождения систем CenterLine (США) и TRACK-Guide (Германия), которые предлагаются для Республики Беларусь, составляет 30 см.

Таким образом, возможное перекрытие площади может быть уменьшено до 2,7-3,0%. Разница между эффектом работы с технологической колеей и применением системы GPS составляет 1,1-2,2%. В условиях реальной эксплуатации сельскохозяйственной техники данная величина может быть не существенна для получения экономического эффекта и окупаемости системы вождения с GPS.

Заключение

Достижение окупаемости устройств с GPS предполагается, прежде всего, на высокопроизводительных самоходных опрыскивателях. Эффективность применения курсоуказателей может особенно проявиться при работе с глифосатосодержащими препаратами, когда отсутствует возможность использования технологической колеи. Незаменимость рассматриваемых систем может быть также обеспечена при значительных объемах внесения минеральных удобрений центробежными рассеивателями, где нет других возможностей обеспечения заданной точности распределения удобрений по полю.

С учетом всего комплекса социально-экономических факторов и приоритетов современного сельского хозяйства Республики Беларусь, а также значительной стоимости оборудования системы GPS (от 2500-4500 до 15000-45000 EUR за комплект) существуют сомнения в целесообразности массового применения систем точного вождения агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Coordination Office [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gps.gov>. – Дата доступа: 30.07.2009
2. Информационно-аналитический центр Федерального космического агентства РФ [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.glonass-ianc.rsa.ru>. – Дата доступа: 3.08.2009.
3. Материал из Википедии [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Galileo>. – Дата доступа: 30.07.2009.
4. Материал из Википедии [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Compass_navigation_system. – Дата доступа: 3.08.2009.
5. А. Pearce. GPS test. // Farmers Weekly. 24.08.2007. – P. 58-65.

НАВЕСНОЙ ОБОРОТНЫЙ ПЛУГ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ШИРИНОЙ ЗАХВАТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕ ЗАСОРЕННЫХ КАМНЯМИ ПОЧВ

И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент, Ф.И. Назаров, студент (УО БГАТУ); Ю.В. Чигарев, докт. физ.-мат. наук, профессор (Западноморский технологический университет, Польша); А.В. Маковчик, нач. института, А.А. Новиков, нач. кафедры (ГУО ИПШК МЧС Республики Беларусь)

Аннотация

Предложена конструкция навесного оборотного плуга с регулируемой шириной захвата корпусов, позволяющего производить качественную основную обработку не засоренных камнями почв, имеющих различный механический состав. Приведены результаты расчета экономической эффективности использования разработанного плуга в сравнении с зарубежными и отечественными образцами.

Введение

Несмотря на преимущества безотвальной и нулевой обработки почв, внедрение их в практическое земледелие идёт очень медленно. Это, в первую очередь, связано с произрастанием на полях многочисленных сорных растений и необходимостью использования пестицидов, что создает угрозу экологической безопасности. Поэтому агротехника возделывания на данном этапе развития не представляется без основной обработки почвы пахотными агрегатами. При этом необходимо проводить совершенствование конструкций машин и орудий, предназначенных для основной и предпосевной обработки почвы.

Наиболее энергоёмким процессом в технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур является обработка почвы, на которую расходуется около 40% энергетических и 25% трудовых затрат от их общего количества. Наибольшая доля энергозатрат приходится на основную и предпосевную обработку. Качественная и своевременная обработка позволяет не только сохранить накопленную почвой влагу, заложить основу будущего урожая, но и сни-

зить затраты на проведение последующих почвообрабатывающих операций [1].

В настоящее время в нашей республике широко применяются плуги для гладкой вспашки. Они производятся четырех-, пяти-, семи- и восьмикорпусные. Из данной группы плугов четырехкорпусные – навесные, остальные – полунавесные. Навесные плуги не имеют собственной ходовой части и в сравнении с прицепными и полунавесными они менее металлоёмки. Агрегат в составе с навесным плугом обладает высокой маневренностью в транспортном положении, так как радиус поворота такого агрегата равен радиусу поворота трактора. Кроме того, при их использовании облегчаются условия эксплуатации, и повышается производительность на малоконтурных полях.

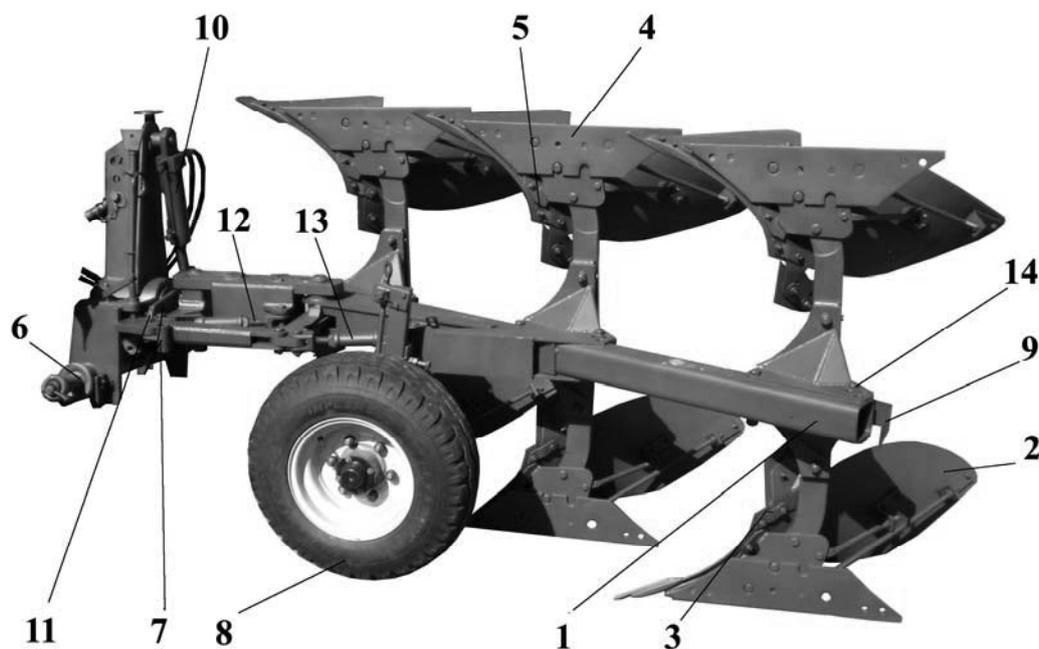


Рисунок 1. Плуг навесной оборотный ПНО-3-40/55

Однако при использовании навесных плугов имеются и недостатки. Они, в первую очередь, связаны с ограничением габаритов и массы плуга, грузоподъемностью навески трактора и устойчивостью агрегата.

Качество пахоты определяется параметрами рабочих органов машины, состоянием агрофона и скоростью движения агрегата. При этом скорость ограничена мощностью двигателя и агротехническими требованиями. Поэтому на почвах легкого механического состава рационально использовать плуги с большей шириной захвата, а на тяжелых – с меньшей. Рабочая ширина захвата плуга определяется количеством корпусов и их шириной захвата. Выпускаемые в Республике Беларусь навесные плуги имеют постоянную ширину захвата, что не обеспечивает их рациональное использование на почвах различного механического состава.

Основная часть

Авторами публикации разработана конструкция трехкорпусного навесного оборотного плуга с регулируемой шириной захвата. По конструкторско-технологической документации, переданной на ДП «Минийтовский ремонтный завод», был изготовлен

опытный образец плуга ПНО-3-40/55 (рис. 1), состоящий из рамы 1, правооборачивающих корпусов 2 и углоснимов 3, левооборачивающих корпусов 4 и углоснимов 5, оси автосцепки 6, механизма поворота рамы 7, опорного колеса 8 с механизмом регулировки глубины хода, электрооборудования 9, гидросистемы 10, опоры 11, механизма изменения ширины захвата, включающего талреп 12 изменения ширины захвата первого корпуса, талреп 13 ширины захвата последующих корпусов и оси 14 фиксации корпусов в пазах.

Механизм поворота рамы включает ловители 1 (рис. 2,а), стойку 2 с отверстием для соединения с навеской трактора, рычажный механизм 3 поворота рамы посредством гидроцилиндра 9, параллелограммный механизм с талрепом 4.

Параллелограммный механизм состоит из четырех звеньев, одно из которых жестко соединено с осью поворота, а два других с отверстиями кронштейна рамы. Внутри параллелограммного механизма установлен талреп 4 для изменения ширины захвата первого корпуса.

При помощи механизма изменения ширины захвата за один проход плугом может обрабатываться полоса поля от 1,2 до 1,65 м. Ширина захвата изменя-

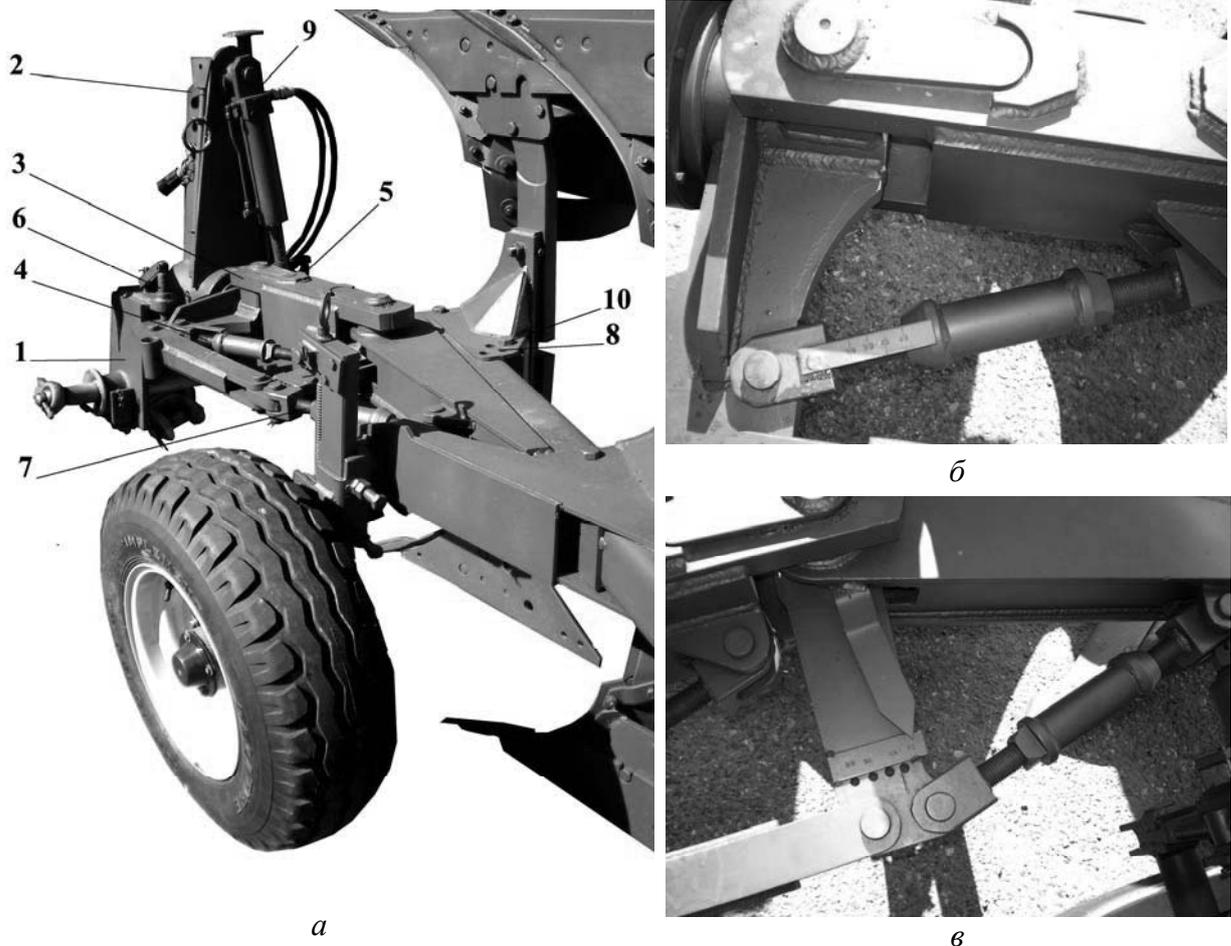


Рисунок 2. Механизм поворота рамы (а) и изменения ширины захвата плуга (б; в)

ется следующим образом. Ось 10 переставляется в соответствующее отверстие кронштейна 8 корпуса. Далее вращением талрепа 4 до соответствующей метки (рис. 2,б) изменяется ширина захвата первого корпуса. Вращением талрепа 6 до соответствующего расположения указателя (рис. 2,в) изменяется угол наклона рамы и соответственно ширина захвата остальных корпусов. При этом ширина захвата корпуса изменяется в пределах 0,40 ... 0,55 м, а плуга – 1,2 ... 1,65 м. Это обеспечивает качественную основную обработку почв различного механического состава, не засоренных камнями.

Для защиты корпуса от возможной поломки в конструкции плуга использован срезной болт.

Расстояние между корпусами в продольном направлении определили по зависимости [2]:

$$l_{\min} = b \cdot \operatorname{tg}(\theta_0 + \varphi_{\max}),$$

где l_{\min} – минимальное расстояние между корпусами, м;

b – ширина захвата корпуса, м;

θ_0 – угол наклона лезвия лемеха к стенке борозды (для полувинтовых – 35 ... 40°), град.;

φ_{\max} – угол трения почвы о сталь (26 ... 31°), град.

Для обеспечения качественной вспашки корпусами с полувинтовыми отвалами и шириной захвата 0,40 м

расстояние между ними должно быть 0,75 м. При ширине захвата 0,55 м – расстояние между корпусами должно быть 0,95 м. С целью снижения металлоемкости и габаритов рамы плуга принимаем для трехкорпусного плуга расстояние между корпусами 0,75 м.

Высоту расположения рамы плуга над опорной плоскостью корпусов определим из условия свободного подъема, переворачивания и прохода слоя почвы под рамой при прохождении первой борозды. Первая борозда имеет глубину $2a/3$ и поэтому высота расположения рамы плуга определяется размером

$$H = b + 2a/3,$$

где H – высота расположения рамы, м;

b – ширина захвата корпуса, м;

a – глубина вспашки, м.

При подстановке данных получаем, что высота расположения рамы, в зависимости от ширины захвата корпуса, может составлять от 0,55 – для ширины 0,40 м и до 0,70 м – для ширины 0,55 м. Поэтому для нашего трехкорпусного плуга мы принимаем максимальную высоту – 0,70 м.

Краткая техническая характеристика плуга приведена в табл. 1.

Опытный образец плуга ПНО-3-40/55 успешно прошел заводские, лабораторно-полевые и приемочные испытания на ГУ «Белорусская МИС» (рис. 3).

Качественная оценка плуга производилась в сравнении с лучшими зарубежными и отечественными навесными оборотными плугами. Так, расчеты показали, что в сравнении с плугом ПО-4-40К использование плуга ПО-3-40/55 на максимальной ширине захвата позволит снизить:

- металлоемкость на 10,56%;
- расход топлива – на 2,1%;
- эксплуатационные затраты – на 8,11%.

Производительность труда при этом увеличится на 3,28%. Все это позволит обеспечить экономию 43,6 кг топлива и получить годовой доход в размере 889,203 тыс. рублей.

В сравнении с аналогами зарубежных производителей: *LS Variomat 95/3* фирмы «Kverneland», *EurOpal 5 3N100* фирмы «Lemken» и *M 850 Vario* фирмы «Vogel & Noot» применение разработанного плуга ПНО-3-40/55 позволит снизить расход топлива соответственно на 5,2, 2,2 и 11,1 %, себестоимость

Таблица 1. Техническая характеристика плуга ПНО-3-40/55

Наименование показателя	Значение
Тип	навесной
Производительность за 1 ч основного времени, га	0,84 ... 1,48
Рабочая скорость движения на основных операциях, км/ч	7 – 9
Глубина пахоты, м	до 0,27
Конструкционная ширина захвата корпуса, м	0,40/0,45/0,50/0,55
Конструкционная ширина захвата плуга, м	1,20/1,35/1,50/1,65
Расстояние от опорной плоскости корпусов до нижней плоскости рамы, м	0,70
Расстояние между корпусами по ходу плуга, м, не менее	0,75
Количество корпусов, шт.	
- правооборачивающих	3
- левооборачивающих	3
Тип корпуса	полувинтовой
Масса плуга конструкционная, кг	1150
Габаритные размеры плуга в рабочем положении, м	
- длина	4,2
- ширина	2,0
- высота	1,62
Габаритные размеры плуга в транспортном положении в агрегате с трактором, м	
- длина	8,50
- ширина	2,80
- высота	3,00
Транспортная скорость, км/ч, не более	15
Дорожный просвет, м, не менее	0,30
Колея трактора, м	1,80



а



б



в

Рисунок 3. Опытный образец ПНО-3-40/55 на испытаниях:
а – заводских; б – в хозяйственных условиях; в – в условиях ГУ «Белорусская МИС»

механизированных работ – на 45,7, 24,5 и 45,2%. Это обеспечит экономию соответственно 151, 63 и 85 кг топлива и позволит получить годовой доход в размере 11226,4, 1048,4 и 10587,8 тыс. рублей;

Заключение

В результате проведенных исследований разработана конструкция навесного оборотного плуга ПНО-3-40/55 с изменяемой шириной захвата, позволяющего производить качественную основную обработку не засоренных камнями почв, имеющих различный механический состав.

Опытный образец плуга ПНО-3-40/55 успешно прошел заводские, лабораторно-полевые и приемочные испытания.

Внедрение навесного оборотного плуга ПНО-3-40/55 осуществлено в условиях СПК «Ланьский» Солигорского района Минской области. Отмечена экономическая эффективность использования плуга и качественное выполнение технологического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология производства продукции растениеводства/И.П. Фирсов [и др.]; под общ. ред. И.П. Фирсова. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 432 с.
2. Сысолин, П.В. Почвообрабатывающие и посевные машины: история, машиностроение, конструирование/ П.В. Сысолин, Л.В. Погорелый. – К.: Феникс, 2005. – 264 с.

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Н.В.Казаровец, член-кор. НАН Беларуси, докт.с.-х.наук, профессор, Л.А.Расолько, канд. биол. наук, доцент, В. В. Маркевич, ст. преподаватель, О. В. Качановская, студентка (УО БГАТУ)

Аннотация

Государственной программой «Качество» на 2007-2010 годы, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.08.2007 г. № 1082, запланировано проведение работ по созданию безопасной пищевой продукции. В республике действует СТБ ИСО 22000:2006 «Система менеджмента безопасности. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи».

Введение

Одна из основных характеристик пищевой продукции – безопасность, которую контролирует система анализа риска и критических контрольных точек (НАССР). В Республике Беларусь действуют СТБ 1470-2004 «Системы качества. Управление качеством безопасности пищевых продуктов на основе анализа рисков и критических контрольных точек. Общие положения» и СТБ ИСО 22000:2006 «Система менеджмента безопасности. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи». Установленные в них требования гармонизированы с Директивами Европейского сообщества. В стандартах прописано, что в технологическом процессе производства пищевой продукции необходимо выявить критические контрольные точки (ККТ), где возможны биологические, химические и физические риски, и проводить процедуры верификации с разработкой предупреждающих и корректирующих воздействий.

В 2008 году в республике произведено 5142,2 тысяч тонн молока (что составляет 109,5% к 2007 году), в том числе от общественного сектора поступило на переработку молока с базисной жирностью 4588 тыс. тонн или 89% от общего производства молока в республике, что превышает показатели прошлых лет [1].

Основная часть

Требования, предъявляемые к качеству коровьего молока при закупках, установлены в СТБ 1598 [2] с учетом изменений №1 и №2 к стандарту и введены в действие 01.01.2008 г. и 01.04.2009 г. В этих документах прописаны нормы для молока сорта «экстра», высшего, первого и второго. Контролю подлежат органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. В молоке сорта «экстра» бактериальная обсемененность не должна превышать 100 тыс. КОЕ/см³ (включая мезофильные аэробные и факультативно анаэробные микроорганизмы), тогда как в молоке высшего сорта допускается до 300 тыс., первого сорта – до 500 тыс. и второго – до 4 млн. КОЕ/см³. Кроме того, количество соматических клеток в 1 см³ для молока сорта «экстра» – не более

3x10⁵, высшего сорта – 5x10⁵, первого сорта – 7,5x10⁵ и второго – 1x10⁶. Исходя из перечисленных выше критериев, поставки молока сорта «экстра» из общественного сектора составили всего 1,9% от общего количества (4588 тыс. тонн), высшего сорта – 61,2%. Эта статистика вполне коррелирует с региональными поставками молока на переработку. Например, молоко, поступившее на переработку на один из сыродельных комбинатов в период с января по сентябрь 2009 года из хозяйств Минской области, по сортам составило (в %): «экстра» – 1,4; высший сорт – 67,6; первый сорт – 22,3; второй сорт – 8,7. По степени чистоты к первой группе было отнесено 98,26%, ко второй – 1,74% всего поступившего на переработку молока. Среднее содержание жира и массовая доля белка соответствовали требованиям СТБ 1598 [2]. В поставках молока имелись случаи повышенной кислотности до 19-20°Т в летнее время. Основная причина снижения качества молока-сырья (бактериальная обсемененность, степень чистоты, повышенная кислотность в летнее время) – недостаточная оснащенность молочно-товарных ферм холодильным оборудованием и отсутствие должной организации технологических процессов в отрасли, а значит и необходимой гигиены производства молока. Быстрое охлаждение молока на молочно-товарной ферме способствует замедлению роста бактерий за счет продления бактерицидной фазы. При охлаждении молока можно использовать различные схемы: прямое охлаждение, охлаждение с помощью холодоаккумулятора (косвенное охлаждение), установки с системой предварительного охлаждения, быстрое (мгновенное) охлаждение, комбинированное охлаждение.

Использование последней схемы особенно эффективно, так как в нашей республике среднегодовая температура достаточно низкая, и она определяет температуру артезианских вод. Поэтому энергосберегающий эффект от предварительного охлаждения будет выше [3].

Несмотря на то, что в последние годы происходит обновление холодильного оборудования в хозяйствах, производящих молоко, процент охлажденного молока остается низким (например, сыродельный

комбинат Минской области получал от хозяйств 42% охлажденного молока в отдельные месяцы, хотя имелись случаи поставок 99% охлажденного молока). Эти цифры стыкуются с состоянием дел по охлаждению молока в хозяйствах республики – 67% [4]. Объемы поставок молока-сырья сорта «экстра» невысоки по таким показателям, как кислотность (следствие охлаждения молока до недостаточно низкой температуры) и бактериальная загрязненность.

В этой ситуации для контроля за управляемостью технологическим процессом производства молока на фермах необходимо разработать и внедрить систему НАССР – составной элемент системы менеджмента безопасности [5]. Эта система позволяет повысить безопасность продукции на всех этапах ее жизненного цикла: при получении сырья, его хранении и переработке путем сведения опасных рисков (физических, химических, микробиологических) до

приемлемых пределов [6]. Однако следует учитывать, что система НАССР лишь надстройка в рамках функционирования предприятия, и поэтому для ее результативного внедрения требуется наличие таких базовых условий, как обязательное поддержание гигиенической производственной среды, непрерывный мониторинг соблюдения установленных технологических регламентов и анализ полученных результатов на всех стадиях жизненного цикла продукции. Система НАССР – одна из ключевых элементов МС ИСО 22000:2005 и управление рисками с помощью концепции НАССР – наиболее эффективный инструмент менеджмента безопасности пищевых продуктов, и, в частности, молока коровьего.

На основании анализа процесса производства молока можно определить критические контрольные точки (ККТ) и размер риска на каждом этапе его получения (табл. 1).

Таблица 1. Схема процесса производства молока на молочно-товарной ферме

1.Кормление коров	2.Гигиена доения, коров и помещения	3.Санитарная обработка доильного оборудования	4.Подготовка вымени	5.Надевание доильных стаканов	6.Снятие доильных стаканов	7.Обработка стаканов	8.Мойка и дезинфекция доильного оборудования
-------------------	-------------------------------------	---	---------------------	-------------------------------	----------------------------	----------------------	--

Каждый этап вышеприведенной схемы содержит определенные риски (табл.2).

Таблица 2. Критические контрольные точки при производстве молока сырого на ферме

ККТ	Риск	Размер риска	Предупреждающие и корректирующие действия
1.Кормление коров	Попадание в молоко через корма микотоксинов, тяжелых металлов, пестицидов и нитратов. Заболевания животных, вызванные недоброкачественными кормами. Появление в молоке пороков органолептических показателей. Загрязнение молока частицами навоза, подстилки и т.п.	Высокий	Лабораторные исследования качества кормов. Запрет на использование недоброкачественного корма. Анализ состава кормов. Подготовку кормов и кормление проводить согласно инструкции. Раздача кормов до начала доения за 40-60 минут
2.Личная гигиена доярки, гигиена коров, обработка помещения	Может иметь место перекрестное заражение от больных коров к здоровым, от больного человека к животному и наоборот. Загрязнение молока частицами навоза, подстилки и т.п., появление в молоке «хлевного» запаха	Достаточно высокий	Периодический медосмотр персонала. Запрет на работу с животными без санитарной книжки. Чистая спецодежда, мытье рук перед дойкой, постоянный уход за кожей рук. Ежедневная чистка помещения, где содержатся коровы. Периодическая санитарная обработка, побелка известью стен и перегородок. Чистка волосяного покрова коров и вымени. Соблюдение правил гигиены животного
3.Санитарная обработка доильного оборудования	Попадание в молоко бактериальных загрязнений. Попадание в молоко остатков моющих и дезинфицирующих веществ	Высокий	Соблюдение инструкции по мойке и дезинфекции. Обязательное ополаскивание перед использованием горячей водой

Продолжение таблицы 2

ККТ	Риск	Размер риска	Предупреждающие и корректирующие действия
4.Подготовка вымени к доению	Попадание в молоко бактериальных загрязнений	Достаточно высокий	Соблюдение инструкции по подготовке вымени к доению (температура воды для вымени к подмыванию 35-40° С, использование индивидуальной салфетки), сдаивание первых струй молока в отдельную посуду
5.Надевание доильных стаканов	Появление в молоке пороков вкуса (горький, рыбный), увеличение количества соматических клеток. При спаде доильных стаканов попадание механических примесей в молоко. Возникновение мастита вымени	Небольшой	Доильные аппараты присоединять сразу же после подготовительных работ в течение 1 минуты, каждый стакан надевать с минимальным поступлением воздуха. Контроль за уровнем вакуума и числом пульсаций, не допускать подсоса воздуха в системе
6.Снятие доильных стаканов	Возникновение мастита вымени	Достаточно высокий	Контроль за уровнем вакуума и числом пульсаций, не допускать «холостого» доения.
7.Обработка сосков после доения	Попадание в молоко бактериальных загрязнений	Достаточно высокий	Смачивать соски в дезрастворе с добавлением смягчающего кожу средства, т.к. в течение 30 минут после доения сфинктер соска остается открытым, а сосок – незащищенным от инфекции
8.Мойка и дезинфекция доильного оборудования	Попадание в молоко бактериальных загрязнений	Высокий	Четкое соблюдение инструкции по мойке и дезинфекции оборудования. Соблюдение температурных режимов, контроль концентрации моющих растворов. Обязательное ополаскивание чистой водой

Знание критических контрольных точек позволяет корректировать программу контроля производства молока, определить периодичность предупреждающих и корректирующих работ для устранения рисков [7].

Из табл.2 видно, что при применении системы НАССР к процессу производства молока важно определить истинные критические контрольные точки (т.е. этапы производства, где необходим контроль для ликвидации угрозы опасности или сведение ее к минимуму). Поэтому большое внимание уделяется критическим управляемым точкам, таким, где контроль нельзя полностью гарантировать (так как трудно измерить) или трудно определить пределы значений контролируемых параметров, которые следует соблюдать для подтверждения того, что точка находится под контролем. К таким точкам, которые могут привести к опасности повышенного содержания бактерий в молоке, на молочной ферме можно отнести процесс доения (состояние молочного оборудования, качество мойки, личная гигиена персонала, гигиена животных, мойка оборудования и инвентаря). В настоящее время нет единой системы доения, но есть определенный набор операций, которые должен выполнять дояр. При этом особое внимание уделяется личной гигиене (чистота рабочей одежды, мытье рук перед доением, использование одноразовых резиновых перчаток, фартука и наруканвников). Гигиена жи-

вотных – это, прежде всего, подготовка вымени к доению [7].

К критическим контрольным точкам можно отнести состояние здоровья коров (допустимый процент коров, больных маститом), качество и безопасность кормов (количество вредных элементов в кормах), температуру хранения выдоенного молока.

Заболеванию маститом подвержены, прежде всего, высокопродуктивные животные, и это обусловлено такими факторами, как ухудшение условий содержания животных (плохая уборка навозных проходов, занавоженность подстилочного материала), нарушение процессов доения, неисправность доильного оборудования. В результате в молоке появляются соматические клетки, приводящие к непригодности его для переработки на пищевые продукты.

Экономические потери из-за мастита зависят от стада: на выбраковку приходится 14% затрат; на лечение – 8%; потери от снижения надоев достигают 78% [7].

Желательно также учитывать систему содержания коров – привязную или беспривязную. При производстве молока на фермах с привязной системой содержания скота количество рисков больше по сравнению с беспривязной системой. Косвенно это подтверждает более высокую технологичность и прогрессивность беспривязного способа содержания скота [8]. Информация табл.2 рассчитана на технологию беспривязного

содержания коров. Пастбищное содержание коров или использование зеленой подкормки при круглогодичном стойловом содержании повышает термоустойчивость молока. В нетермоустойчивом молоке процессы сычужного свертывания и молочнокислого брожения замедляются, а это не способствует качеству конечных молочных продуктов.

Выводы

Таким образом, условия содержания коров, гигиенические условия получения и первичной обработки молока влияют на количественный и качественный состав его микрофлоры, а это, в свою очередь, определяет термоустойчивость и пригодность молока к технологической переработке на продукты питания.

Чтобы наиболее точно определить потенциальные опасности и критические контрольные точки, необходимо провести анализ процесса производства молока. Этот анализ должен содержать сведения о применяемой технологии кормления коров, зоотехнических и ветеринарных мероприятиях, технологии процесса доения и хранения молока, дезинфекции помещений и животных, а также процедуры верификации: схему и периодичность контроля с указанием объектов контроля (корма, вода, физиологическое состояние животных, оборудование, молоко, микроклимат), процессов производства, контролируемых параметров, инструкций о процедурах уборки, дезинфекции и санитарной обработке, гигиене персонала, техническом обслуживании и мойке оборудования и инвентаря.

Для контроля за опасными факторами разрабатываются предупреждающие и корректирующие действия. Они применяются в тех точках, которые не являются критическими, но постоянный контроль за которыми необходим, так как при недостаточном контроле они могут привести к сбою технологического процесса производства молока. Предупреждающие действия должны быть определены для каждого выявленного опасного фактора.

Разработка корректирующих действий необходима для решения ситуации, когда критические контрольные точки выходят за рамки установленных пределов. Эти действия должны быть направлены на восстановление процесса производства в установленных пределах, определение действий с несоответствующей продукцией, причин неэффективности контроля, документальное подтверждение факта несоответствия и исправление ситуации.

На последнем этапе разработки системы для каждой критической контрольной точки должны быть составлены рабочие листы с указанием объекта и параметра контроля, способа мониторинга корректирующих действий, процедуры оценки эффективности мониторинга. Рабочие листы желательно закрепить за главными специалистами с целью наблюдения за параметрами процесса в критических точках, их регистрации и принятия корректирующих решений.

Внедрение системы НАССР на сельскохозяйственных предприятиях является актуальным в связи с

изменениями, происходящими на отечественном и мировом рынках в плане обеспечения безопасности производимой продукции. В условиях расширения рынка сбыта, выхода на мировой рынок вопрос качества используемого сырья – молока стал одним из критериев пропуски на этот рынок. Европейский парламент и Совет Европы приняли Постановление № 852/2004 «О санитарно-гигиенических правилах производства пищевых продуктов», которые введены в действие с 1 января 2006 года. Данный документ определяет необходимость комплексного подхода к обеспечению безопасности пищевой продукции по всей цепочке ее производства – от первичного звена до реализации. Очевидно, что теперь требования к качеству и безопасности экспортируемой отечественной продукции ужесточены, то есть молокоперерабатывающие заводы, поставляющие продукцию на экспорт, должны предоставлять доказательства качества не только своей продукции, но и подтвердить соответствие качества сырья, а также технологии его производства на предприятиях своих сырьевых зон.

Выход из сложившейся ситуации – внедрение принципов НАССР на молочно-товарных фермах, производящих молоко. Внедрение системы НАССР на ферме с учетом МС ИСО 22000:2005 не только подтверждает безопасность и качество производимой продукции, но и создает необходимые условия для ее производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермакович, Г.М. О состоянии и перспективах развития молочной отрасли в Республике Беларусь/ Г.М. Ермакович //Молочный продукт, 2007. – №4. – С.41-42.
2. Молоко коровье. Требования при закупках: СТБ 1598-2006.
3. Дымар, О.В. Сравнительный анализ систем охлаждения молока по их эффективности/ О.В. Дымар //Вести НАН Беларуси: серия аграрных наук, 2009. – № 2. – С. 97-98.
4. Попков, А.А. Продовольственная безопасность: современные аспекты/ А.А. Попков, З.М. Ильина //Вести НАН Беларуси: серия аграрных наук, 2008. – №1. – С. 5-10.
5. Система менеджмента безопасности. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи: МС ИСО 22000:2005.
6. Разумовская, Л.Н. Безопасность пищевых продуктов/Л.Н. Разумовская, Г.В. Виноградова // Стандартизация, 2008. – № 6. – С. 57-60.
7. Дрекслер, Б. Рекомендации по повышению надоев и улучшению качества молока/ Б.Дрекслер // Молочная промышленность, 2009. – № 8. – С. 76-77.
8. Безопасность производства и повышение качества молока – основа принципов ХАССП/ В.И. Трухачев [и др.] // Молочная промышленность, 2007. – № 3. – С. 20-21.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МАШИНЫ ДЛЯ СУХОЙ ОЧИСТКИ КАРТОФЕЛЯ

В.Н. Дашков, докт. техн. наук, профессор, Ю.С. Биза, канд. физ.-мат. наук, доцент, В. А. Агейчик, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ); А.Л. Рапинчук, канд. техн. наук, А.С. Воробей, аспирант (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

В статье описан технологический процесс машины для сухой очистки картофеля и выполнен расчёт математической модели движения клубня картофеля по щёточной рабочей поверхности под действием статической нагрузки.

Введение

Беларусь входит в число стран с оптимальными почвенно-климатическими условиями для развития картофелеводства. По валовому сбору картофеля Республика Беларусь находится в числе десяти ведущих стран в мире. На сегодняшний день проблема состоит не только в том, как произвести картофель, но и как его реализовать с максимальной выгодой для производителя. Рыночные отношения предъявляют повышенные требования к качеству продаваемого картофеля, его товарному виду, упаковке. В связи с этим маркетологи утвердили ряд условий, соблюдение которых требует торговая сеть. К ним относятся: размер, форма, масса, товарный вид картофеля [1].

Важным этапом комплекса предреализационной подготовки картофеля является его очистка. Из наиболее распространенных двух способов очистки картофеля (сухого и мокрого) в настоящее время наиболее перспективным является сухой. Очищенный сухим способом картофель меньше травмируется, лучше хранится и обеспечивается существенное снижение энергозатрат на его очистку [2].

В Республике Беларусь машины для сухой очистки картофеля не производятся. Применяются в основном машины импортного производства, таких фирм как «Bijlsma – Hercules» (Голландия), «Euro-Jabelmann» (Германия) и др.

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана машина с внедрением нового типа рабочего органа (щёточного аппарата), который по своей технической характеристике при сухой очистке картофеля не уступает лучшим зарубежным аналогам.

В данной работе выявлено влияние действий имеющихся рабочих

органов на поверхность кожуры картофеля. На базе разработанных предложений, подтверждённых результатами экспериментальных исследований, получены результаты, позволяющие создать более производительную, низкоэнергоёмкую, малогабаритную и простую по своей конструкции машину для сухой очистки картофеля [3].

Основная часть

Конструкция машины для сухой очистки картофеля

Машина для сухой очистки картофеля и других корнеплодов мобильная и легко может быть доставлена в любой пункт переработки картофеля.

Она состоит из следующих узлов и механизмов (рис. 1): опорных стоек – 1; колёс – 2; загрузочного бункера – 3; прорезиненного полотна – 4; электродвигателя – 5; рамы – 6; вальцов – 7; приводных звёздочек – 8; пульта управления – 9.

Опорные стойки выполнены телескопическими, что позволяет оператору изменять угол наклона рабо-

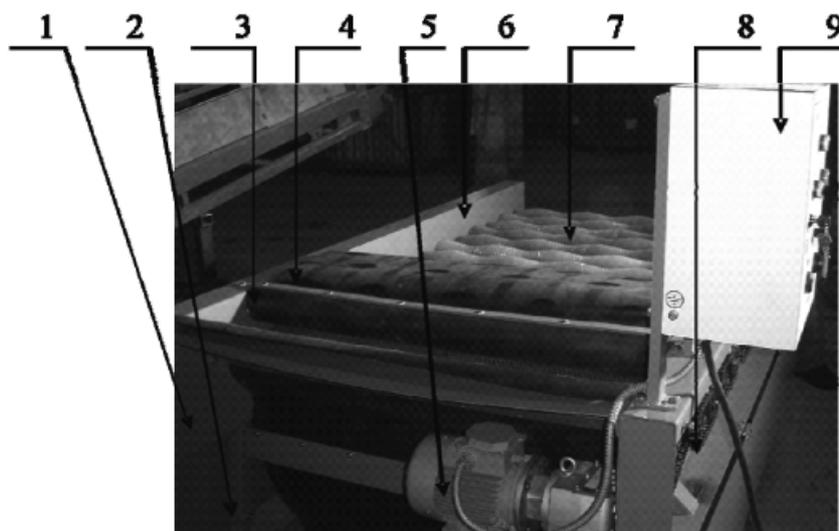


Рисунок 1. Общий вид машины для сухой очистки картофеля

чей поверхности машины.

Колеса крепятся к стойкам, и при помощи них машина получает мобильность.

Загрузочный бункер – один из основных элементов машины, состоящий из емкости и гасителей скорости падения клубней.

Прорезиненное полотно шириной – 1100 мм, длиной – 2090 мм, во время технологического процесса задерживает примеси.

Электродвигатель снабжен редуктором с частотой вращения выходного вала 180 мин⁻¹.

Рама представляет собой сварную конструкцию из профилей, на которой имеются элементы строповки, опорные стойки и загрузочный бункер.

Приводные звёздочки осуществляют движение рабочего органа машины при помощи цепей, установленных на валу, передавая движение вальцам с капроновым щеточным покрытием.

Пульт управления состоит из корпуса, внутри которого расположен импульсный частотник, а на поверхности расположены кнопки управления, посредством которых изменяется частота вращения валцов.

Технологический процесс сухой очистки картофеля

Машина для сухой очистки картофеля устанавливается на ровную площадку. После этого её подключают к трехфазной сети переменного тока.

При помощи опорных стоек задается угол наклона рабочей поверхности машины. От пульта управления 9 устанавливается частота вращения валцов с капроновым щеточным покрытием 7.

Картофель подаётся в загрузочный бункер 3. От электродвигателя 5 через звёздочки 8, соединённые при помощи цепей, приводятся в движение валцы 7. Картофель из загрузочного бункера 3 начинает движение по валцам. Прорезиненное полотно 4, накрывающее картофель, обеспечивает надежное касание клубней картофеля и щеточного ворса. Это обеспечивает плавную и бесперебойную работу машины.

Более тяжёлые примеси под действием сил тяжести и трения со стороны валцов со щеточным покрытием 7 падают вниз. Пройдя всю рабочую поверхность, очищенный картофель затаривается в сетки и предлагается на реализацию.

Математическая модель движения клубня картофеля по щеточной рабочей поверхности под действием статической нагрузки

Клубни картофеля на поверхности валцов могут защемляться между валцами и повреждаться в рабочих просветах. Условие, при котором защемление клубня картофеля между валцами не происходит, можно сформулировать, спроектировав все силы на нормаль к рабочей поверхности, в виде выражения (1), т.е. сумма положительных значений проекции сил на нормаль

должна быть больше или равна сумме проекций сил с отрицательными значениями (рис. 2):

$$G \cos \theta + F_1 \cos \beta + N_3 \leq N_1 \sin \beta + N_2 \sin \beta + F_2 \cos \beta, \quad (1)$$

где θ – угол наклона рабочей поверхности к горизонту, град.;

β – угол провисания клубня картофеля, град.;

G – сила тяжести клубня картофеля, Н;

N_1, N_2 – нормальные реакции давления клубня на валцы 1 и 2, Н;

N_3 – сила давления полотна (статическая нагрузка), Н;

F_1, F_2 – силы трения, действующие на клубень, Н.

Для определения условия выхода клубня картофеля из просвета между валцами заменяем действие вальца 2 (рис 2.) действием движущейся наклонной плоскости. Для этого проводим плоскость I-I, касательную к вальцу 2 в точке М касания клубня с вальцом 2, которая является движущей наклонной плоскостью. Скорость движения плоскости равна окруж-

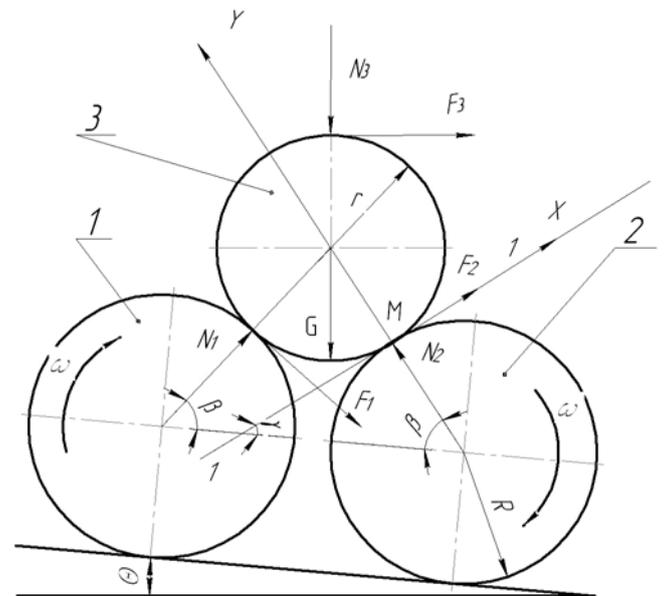


Рисунок 2. Схема размещения клубня картофеля на поверхности рабочих валцов: 1-2 – валцы рабочей поверхности; 3 – клубень картофеля; I-I – плоскость касательная к вальцу 2; М – точка касания клубня с вальцом; F_1, F_2, F_3 – силы трения, действующие на клубень; G – сила тяжести; N_1, N_2 – нормальные реакции от давления клубня на валцы 1 и 2; N_3 – статическая нагрузка (давление полотна); β – угол провисания клубня картофеля; γ – угол наклона плоскости I-I к горизонту; θ – угол наклона рабочей поверхности к горизонту; r – радиус клубня картофеля; R – радиус вальца

ной скорости вальца

$$v = \omega R = \frac{\pi R n}{30}, \quad (2)$$

где R – радиус вальца, м;

n – частота вращения вальца, мин^{-1} .

Таким образом, надо рассмотреть движение клубня картофеля относительно подвижной системы координат, движущейся поступательно вместе с касательной плоскостью к вальцу в точке провисания клубня. Поэтому очевидно, что сила Кориолиса и тангенциальная составляющая переносной силы инерции будут равны нулю (вальцы вращаются равномерно). Отлична от нуля будет только нормальная ее составляющая, равная

$$F_n'' = -m\omega^2 R, \quad (3)$$

Тогда, направляя ось x по плоскости 1-1 вверх, дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения клубня картофеля относительно этой плоскости с учетом наклона рабочей поверхности под углом θ к горизонту можно записать в виде [4]:

$$\left\{ \begin{aligned} m \frac{d^2 x_c}{dt^2} &= F_2 - mg \sin(\gamma - \theta) + F_3 \cos \gamma - N_3 \sin \gamma; \\ m \frac{d^2 y_c}{dt^2} &= -mg \cos(\gamma - \theta) - N_3 \cos \gamma - \\ &- F_3 \sin \gamma + m\omega^2 R + N_2; \\ J_{cz} \frac{d^2 \varphi}{dt^2} &= -F_2 r + F_3 r, \end{aligned} \right. \quad (4)$$

где x_c, y_c – координаты центра масс клубня картофеля;

r – радиус клубня картофеля, м;

J_{cz} – момент инерции клубня картофеля, кг м^2 ;

φ – угол поворота клубня картофеля, рад.

Угловое ускорение клубня картофеля определим по формуле

$$\varepsilon_k = \frac{a_c^r}{r} = \frac{a_{cx}}{r} \quad \text{или}$$

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{1}{r} \frac{d^2 x_c}{dt^2}.$$

С учетом этого уравнение (3) принимает вид

$$\frac{J_{cz}}{r} \frac{d^2 x_c}{dt^2} = F_3 r - F_2 r.$$

Освобождаясь в системе (4) от неизвестной силы трения F_3 , получаем

$$\frac{mr^2 - J_{cz} \cos \gamma}{r} \frac{d^2 x_c}{dt^2} = F_2 r -$$

$$-mg r \sin(\gamma - \theta) - N_3 \sin \gamma + F_2 r \cos \gamma$$

Так как выражение при производной слева положительно ($J_{cz} \sim 0,4 mr^2$) для шарообразной формы клубня картофеля или даже, если

$$J_{cz} = m \left(\frac{a^2}{5} + \frac{b^2}{5} \right)$$

для сфероидальной формы клубня картофеля, то

$$\frac{dv_{cx}}{dt} \sim F_2 r (1 + \cos \gamma) -$$

$$-mgr \sin(\gamma - \theta) - N_3 \sin \gamma,$$

или, переходя к углу провисания β , последнее уравнение примет вид

$$\frac{dv_{cx}}{dt} \sim F_2 r (1 + \sin \beta) -$$

$$-mgr \cos(\beta + \theta) - N_3 \cos \beta.$$

Анализ уравнения (7) показывает, что если

$$F_2 r (1 + \sin \beta) < mg r \cos(\beta + \theta) + N_3 \cos \beta,$$

то скорость клубня картофеля направлена вниз по наклонной плоскости и, следовательно, клубень картофеля не будет перебрасываться через валец 2.

Если

$$F_2 r (1 + \sin \beta) = mg r \cos(\beta + \theta) + N_3 \cos \beta,$$

то уравнение движения клубня картофеля будет $\frac{dv_k}{dt} = 0$, следовательно клубень картофеля будет

занимать неустойчивое положение, и переход через валец 2 будет определяться случайными условиями взаимодействия, например, увеличением значения коэффициента трения f .

Если

$$F_2 r (1 + \sin \beta) > mg r \cos(\beta + \theta) + N_3 \cos \beta,$$

то абсолютного перемещения картофельного клубня по наклонной плоскости вниз не будет. Плос-

кость вынесет клубень картофеля наверх, т.е. движение клубня будет происходить в положительном направлении оси x (рис. 2).

Следовательно, это уравнение и является условием перебрасывания клубня картофеля через валец 2.

Частота вращения валцов n может быть определена из условий движения одиночного клубня картофеля без отрыва от рабочей поверхности (рис. 3), т.е. в предельном случае

$$F_T = mg \cos \beta.$$

Или с учетом наклона рабочей поверхности к горизонту на угол θ

$$F_{TP} = mg \cos(\beta + \theta). \quad (8)$$

Так как клубень картофеля движется без отрыва от рабочей поверхности, то скорость и ускорение его вдоль оси Y $\left(\frac{d^2 Y_c}{dt^2} = 0\right)$. Отсюда из второго дифференциального уравнения системы (4) определяем полную нормальную реакцию давления клубня картофеля на валец рабочей поверхности.

$$N_2 = mg \cos(\gamma - \theta) + N_3 \cos \gamma + F_3 \sin \gamma - m\omega^2 R. \quad (9)$$

Так как угол $\gamma = 90 - \beta$, то переходя в формулу (9) к углу провисания β , имеем:

$$N_2 = mg \sin(\beta + \theta) + N_3 \sin \beta + F_3 \cos \beta - m\omega^2 R. \quad (10)$$

Тогда сила трения $F_T = F_2$ имеет вид

$$F_T = f(mg \sin(\beta + \theta) + N_3 \sin \beta + F_3 \cos \beta - m\omega^2 R), \quad (11)$$

где F_T – сила трения, действующая на клубень картофеля, Н;

$f = tg \varphi_o$ – коэффициент трения между клубнем картофеля и валцом;

φ_o – угол трения.

Угол провисания клубня картофеля между вальцами β (рис. 3):

$$\beta = 180^\circ - (90^\circ - \varphi). \quad (12)$$

Из уравнения (11) с учетом равенства (8) угловая скорость ω валцов определяется следующим образом:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg \sin(\beta + \theta) + N_2 \sin \beta + F_3 \cos \beta - \frac{mg \cos(\beta + \theta)}{tg \varphi_o}}{mR}}, \quad (13)$$

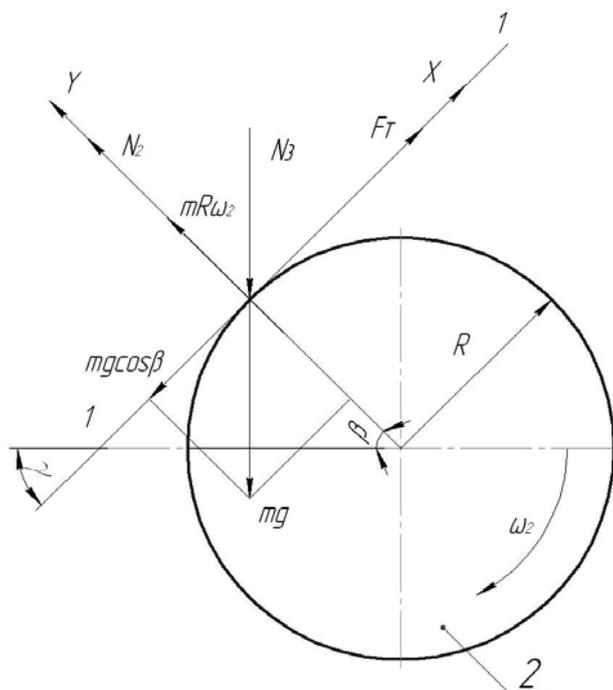


Рисунок 3. Схема сил, действующих на валец 2 рабочей поверхности: mg – сила тяжести клубня картофеля; $mg \cos \beta$ – проекция силы тяжести клубня картофеля на ось X ; N_2 – нормальная реакция от давления клубня на валец; N_3 – сила давления полотна; F_T – сила трения, действующая на клубень картофеля; β – угол провисания клубня картофеля; R – радиус вальца; $l-l$ – плоскость касательная к вальцу 2; ω – угловая скорость вращения вальца; 2 – валец рабочей поверхности.

где R – радиус вальца, м.

Принимая во внимание зависимость между частотой вращения и угловой скоростью, имеем

$$n = \frac{30\omega}{\pi}. \quad (14)$$

Таким образом, определены условия перебрасывания клубня картофеля через валец щеточной рабочей поверхности машины с учетом статической нагрузки (давления полотна) и частота вращения вальца из условия движения одиночного клубня картофеля без отрыва от щеточной рабочей поверхности машины.

Техническая характеристика машины для сухой очистки картофеля и других корнеплодов приведена в табл. 1.

Выводы

Таблица 1. Техническая характеристика машины по сухой очистке

Наименование показателя	Значение
1. Тип машины	стационарная
2. Производительность, т/ч	
основного	5
сменного	3,5
эксплуатационного	2
3. Удельный расход электроэнергии кВт • ч	0,3
4. Установленная мощность, кВт	1,5
5. Рабочая скорость движения клубней картофеля, м/с	0,1
6. Частота вращения, мин ⁻¹	180
7. Масса машины, кг	450
8. Основные параметры машины	
количество вальцов	14
максимальный диаметр щетки, мм, не менее	136
минимальный диаметр щетки, мм, не менее	112
угол наклона рабочей поверхности машины, град.	0...10
9. Габаритные размеры машины, мм, не более	
длина	2090
ширина	1250
высота	2000
10. Сила давления прорезиненного полотна, Н	18-14

1. Анализ литературных источников показывает, что наиболее перспективным способом очистки картофеля является механическая очистка с использованием щеточных рабочих органов под действием статической нагрузки.

2. Расчеты показывают, что для лучшей работы машины для сухой очистки картофеля необходимо действие силы нормального давления сверху на клубень картофеля.

3. Машина для сухой очистки картофеля и других клубнеплодов проста, малоэнергоёмкая и удобна в эксплуатации, может найти применение в овощехранилищах, фермерских хозяйствах, на оптовых базах по переработке картофеля, предприятиях АПК в рамках реализации программы развития картофелеводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология производства продуктов растениеводства/ И.П.Фирсов [и др.] – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 432.

2. Таушканов, А. Сухая очистка корнеклубнеплодов/ А. Таушканов, А. Фоминых // Сельский механизатор, 2005. – № 9. – С. 28.

3. Дашков, В.Н. Экспериментальные исследования процесса сухой очистки картофеля/ В.Н. Дашков, А.Л. Рапинчук, А.С. Воробей и др. // Инженерный Вестник, 2008. – № 2. – С. 64-88.

4. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для ВТУзов/ С.М. Тарг. – 18-е изд. – М.: Высш. шк., 2008. – 416 с.: ил

“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика). Журнал выходит раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842. Стоимость подписки на первое полугодие 2010 года: для индивидуальных подписчиков - 27000 руб., ведомственная подписка - 52986 руб.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Г.И. Янукович, канд. техн. наук, профессор, В.М. Збрадыга, ст. препод., Н.Г. Королевич, канд. экон. наук, доцент, Е.А. Тюнина, магистр техн. наук, ассистент (УО БГАТУ); А.Н. Горновская, магистр техн. наук, инженер (ОАО «Лакокраска», г. Лида)

Аннотация

В статье приведены результаты исследований несинусоидальности напряжения в сельских электрических сетях Логойского и Слуцкого районов. Показано, что коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения в данных сетях находится в допустимых стандартом пределах. Однако, учитывая отрицательное влияние качества напряжения на работу потребителей, требуются дальнейшие исследования несинусоидальности напряжения в электрических сетях.

Введение

В связи с дальнейшим развитием электрификации сельскохозяйственного производства, повышением интенсивности использования электротехнического оборудования и применением новых электротехнологических процессов все более остро встает вопрос повышения качества электроэнергии.

Качество электрической энергии характеризуется соответствием её параметров их установленным значениям. Одной из характеристик качества электроэнергии является несинусоидальность напряжения. Согласно действующему в Республике Беларусь стандарту ГОСТ 13109–97 [1] несинусоидальность напряжения характеризуется показателями: коэффициентом искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициентом n -ой гармонической составляющей напряжения.

Причиной искажения синусоидальности кривой напряжения в системах электроснабжения потребителей являются токи высших гармоник, которые протекают по элементам системы и приводят к появлению высших гармоник напряжения [2, 3–7]. Значения высших гармоник напряжения зависят от величин токов высших гармоник и от частотных характеристик элементов сети. Высшие гармоники напряжения накладываются на синусоиду напряжения основной частоты и приводят к искажению ее формы.

Источниками токов высших гармоник являются элементы электрических сетей и электроприемники с нелинейными вольт-амперными характеристиками: полупроводниковые преобразователи частоты, установки однофазной и трехфазной электросварки, вентильные преобразователи, электродуговые печи, электрические машины, силовые трансформаторы и другие устройства, выполненные на базе полупроводниковых элементов [2, 3–8].

Высшие гармоники вызывают перегрев асинхронных электродвигателей и трансформаторов, обусловленный дополнительными потерями вследствие эффекта увеличения активного сопротивления обмо-

ток с ростом частоты тока и повышением потерь на гистерезис и вихревые токи в магнитопроводе [2, 5, 6, 8, 9]. Дополнительные потери вызывают дополнительный нагрев и уменьшение срока службы трансформатора. При нагрузках, близких к максимальным, дополнительные потери могут привести к выходу трансформатора из строя в результате перегрева и прогара изоляции обмоток [2, 5, 9].

Гармоники тока в линиях электропередач приводят к дополнительным потерям электроэнергии и напряжению, к ухудшению характеристик изоляции кабелей [2, 5]. При значительных составляющих высших гармоник в кабельных сетях чаще возникают однофазные короткие замыкания, которые даже при резонансной их настройке часто переходят в двухфазные и трёхфазные, вследствие прожигания кабеля.

Высшие гармоники напряжения и тока затрудняют компенсацию реактивной мощности с помощью батарей конденсаторов, так как могут наблюдаться резонансные явления на частотах высших гармоник, что приводит к выходу из строя конденсаторов [2, 3, 5]. Из всех видов электрооборудования конденсаторы являются наиболее чувствительными к воздействию высших гармоник.

Высшие гармоники неблагоприятно влияют на работу устройств контроля, автоматики, телемеханики, связи. При несинусоидальных режимах учёт электроэнергии сопряжён со значительными погрешностями, которые зависят от измерительной системы счётчика, его частотной характеристики, места установки. Наблюдаются сбои в работе и выход из строя компьютерного оборудования. Когда телекоммуникационные или управляющие сети проходят вблизи силовых сетей, по которым протекают токи высших гармоник, в них могут наводиться помехи и искажения информационного сигнала [9].

Высшие гармоники вызывают ложное срабатывание предохранителей и автоматических выключателей из-за их внутреннего дополнительного нагрева за счет явления поверхностного эффекта и эффекта близости [3].

Высшие гармоники напряжения и тока могут вызывать искажения изображения и изменение яркости телевизоров. В светильниках с газоразрядными лампами, укомплектованными балластными устройствами, содержащими конденсаторы, при определённых условиях может возникнуть резонанс, приводящий к выходу ламп из строя [9].

Основная часть

Вопросы состояния качества электроэнергии и его влияния на работу элементов сети и электроприемников применительно к сетям сельскохозяйственного назначения являются наименее изученными. Для анализа проблемы необходимо накопление экспериментальных данных о значениях показателей качества электроэнергии в сетях и наличии нагрузок, которые снижают эти показатели. Решение вопросов, связанных с прогнозированием качества электроэнергии, требует обширного материала о динамике изменения электрических нагрузок, об изменении удельного веса отдельных элементов электрической сети (в том числе и электроприемников).

Авторы статьи провели ряд исследований состояния несинусоидальности напряжения в сельских электрических сетях напряжением 380 В Логойского и Слуцкого РЭС. Поэтому при проведении исследований и анализе качества напряжения необходимо было исследовать структуру электроприемников сельскохозяйственных потребителей для выявления удельного веса электроприемников, искажающих синусоидальность формы кривой напряжения, и исследовать динамику ее изменения. Для получения информации о фактических значениях качества напряжения в настоящее время были проведены экспериментальные исследования уровней несинусоидальности напряжений.

Все экспериментальные исследования и сбор информации проводились в период с сентября 2008 г. по март 2009 г.

Исследования структуры электроприемников и динамики ее изменения проводились отдельно для производственного и коммунально-бытового характера нагрузки. Для производственного характера нагрузки структура электроприемников определялась для всего предприятия в целом. Для коммунально-бытового характера нагрузки структура электроприемников определялась как средняя величина на один многоквартирный жилой дом (или на одну квартиру в многоквартирном жилом доме). Замеры проводились в сетях с напряжением 380/220 В, питающих производственную и коммунально-бытовую нагрузку. Для измерения показателей качества был использован прибор УК1 (производства УП «НИИСА», г. Минск).

Измерения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения проводились на шинах

ТП 10/0,4 кВ, питающих производственную нагрузку, а также коммунально-бытовую нагрузку, в тех же хозяйствах, где проводились исследования структуры электроприемников.

В последние годы в коммунально-бытовом и производственном секторе увеличилось количество трансформаторов (10/0,4 кВ) с максимальной загрузкой менее 50 %. Это связано с тем, что в некоторых хозяйствах выведены из эксплуатации отдельные электроприемники и даже целые объекты в производственном секторе, а также уменьшилось население и соответственно количество электроприборов, которое оно использует в коммунально-бытовом секторе. И если мощность трансформаторов на потребительских подстанциях при этом осталась прежней, то и снизилась степень загрузки. В распределительных сетях таких трансформаторов среднесуточные и даже максимальные значения исследуемых показателей качества электроэнергии в подавляющем большинстве случаев не превышают установленных ГОСТ 13109-97 нормально допустимых значений, потому что мощности искажающих электроприемников слишком малы по сравнению с мощностями питающих их трансформаторов.

На рис. 1 приведены характерные суточные графики коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения на шинах одной из ТП 10/0,4 кВ Логойского РЭС с низким коэффициентом загрузки

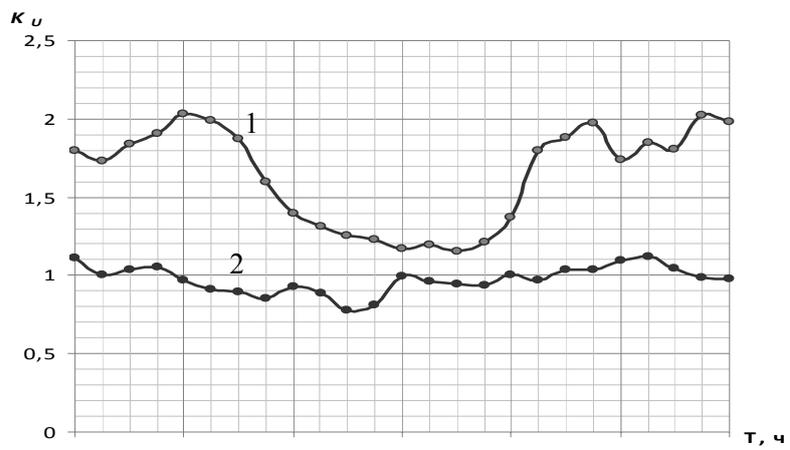


Рисунок 1. График изменения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения для жилого сектора в электрических сетях Логойского района: 1 - д. Метличицы; 2 - д. Буда

(менее 50 %), питающей жилой сектор.

Из графиков видно, что значения коэффициента искажения синусоидальности напряжения в течение суток находятся в пределах от 0,79 до 2,1, что не превышает нормально допустимых значений. В ночное время суток значения коэффициента принимают минимальные значения. В дневное время, с ростом нагрузки, происходит незначительное его увеличение.

Следует отметить, что значительное количество трансформаторов 10/0,4 кВ в сельских электрических сетях имеют максимальную загрузку от 50% до 70 %

и выше. Это характерно для трансформаторов, питающих коммунально-бытовой сектор нагрузки в крупных сельских населенных пунктах (особенно в центральных усадьбах хозяйств), а также для трансформаторов, питающих производственные потребители рентабельных хозяйств, где не наблюдается снижения объемов производства и вывода из эксплуатации электроприемников. Высокая степень загрузки в совокупности с наличием нелинейных и несимметричных электроприемников приводит к значительному снижению качества электроэнергии, так как мощности искажающих электроприемников могут быть соизмеримы с мощностями питающих трансформаторов. Токи высших гармоник довольно велики и вызывают существенные падения напряжений на элементах системы, искажая синусоидальность сетевых напряжений. К тому же при высокой степени загрузки, сопровождающейся насыщением магнитной системы, трансформаторы сами являются источниками высших гармоник, что приводит к еще более значительному искажению синусоидальности формы кривых напряжений.

Характерные суточные графики изменения коэффициента искажения синусоидальности напряжения для более загруженных трансформаторов приведены на рис. 2-4.

На рис. 2 приведен график изменения коэффициента искажения синусоидальности напряжения на шинах трансформатора, питающего пилораму в г.п. Плещеницы Логойского района. Он практически повторяет график рабочего времени объекта. Так как пилорама работает круглосуточно, с неполной загрузкой в ночное время, коэффициент искажения синусоидальности напряжения меняется незначительно. Значения коэффициента лежат в пределах от 0,82 до 1,3. В ночное время, когда пилорама загружена не полностью, коэффициент наименьший.

График изменения коэффициента искажения синусоидальности напряжения на шинах трансформатора, питающего свиноферму в Слуцком районе, представлен на рис. 3. Из графика видно, что коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения лежит в пределах от 1,2 до 4,6. Скачок коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения произошел в те часы нагрузок, когда использовалось сварочное оборудование, влияющее на изменение этого коэффициента.

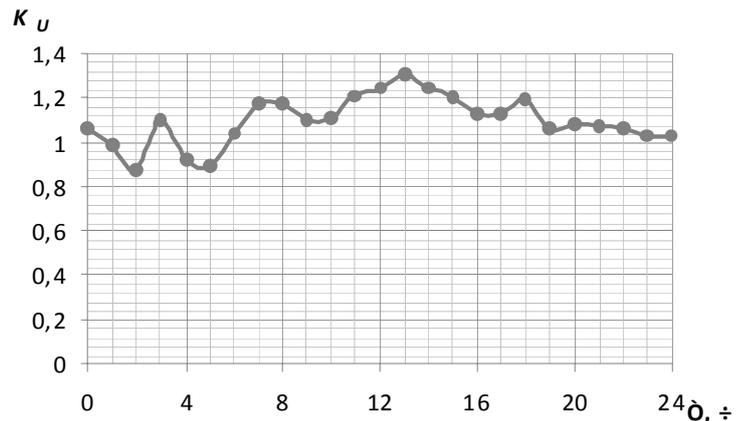


Рисунок 2. График изменения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения для пилорамы г.п. Плещеницы Логойского района.

Изменение коэффициента искажения синусоидальности напряжения на шинах трансформатора, питающего котельную в этом же районе, представлен на рис. 2, 3. Из графика видно, что коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения лежит в пределах от 0,7 до 3,3.

Значительное количество трансформаторов 10/0,4 кВ в сельских электрических сетях имеют максимальную загрузку от 50% до 70 % и выше. Это характерно для трансформаторов, питающих коммунально-бытовой сектор нагрузки в крупных сельских населенных пунктах (особенно в центральных усадьбах хозяйств), а также для трансформаторов, питающих производственные потребители рентабельных хозяйств, где не наблюдается снижения объемов производства и вывода из эксплуатации электроприемников. Как показали исследования, проведенные в жилом секторе г. Слуцка, значение коэффициента

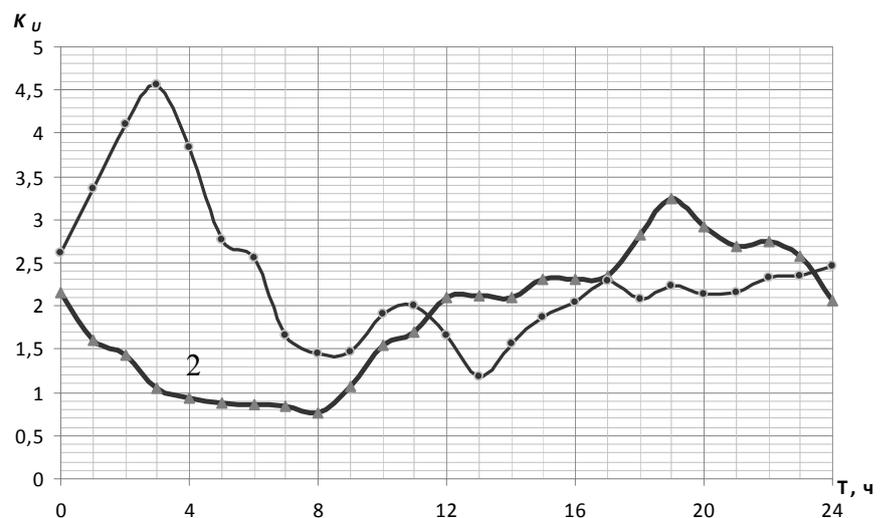


Рисунок 3. График изменения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения в электрических сетях Слуцкого района: 1 - свиноферма д.Козловичи; 2 - котельная г. Слуцка

искажения синусоидальности напряжения лежит в пределах от 0,55 до 2,9 (рис. 4).

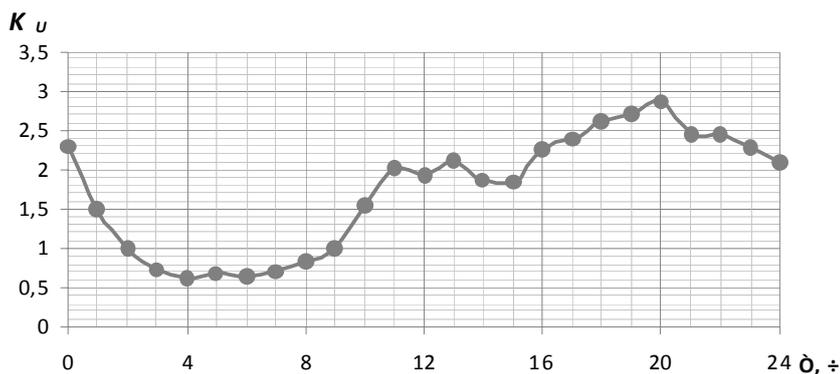


Рисунок 4. График изменения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения в электрических сетях жилого сектора г. Слуцка

Несинусоидальность напряжений вызвана в этом случае включением осветительных и бытовых электроприборов с нелинейными вольт-амперными характеристиками, а также увеличением загрузки питающего трансформатора.

В целом результаты исследований показали, что среднесуточные значения коэффициента искажения синусоидальности напряжения не выходят за пределы нормально допустимых стандартом значений. В сетях с высокой степенью загрузки питающих трансформаторов они значительно выше, чем в сетях с низкой загрузкой.

Анализ спектра высших гармоник в сетях, питающих производственную и коммунально-бытовую нагрузку, показывает, что преобладающими являются третья, пятая, седьмая и девятая гармоники. Пятая, седьмая и девятая гармоники достигают иногда до 3...4 % от уровня основной гармоники, а третья – до 5...6 %, что превышает нормально допустимые значения. Необходимо снижение уровней этих гармоник, особенно третьей и девятой. Замечены такие нечетные гармоники до 23-й включительно, но их значения не превышают допустимых значений. Соседние четные гармоники на порядок ниже. Гармоники с 24-й по 40-ю практически незаметны.

Выводы

В результате экспериментальных исследований установлено наличие в структуре нагрузок сельскохозяйственного сектора потребителей с нелинейными характеристиками, что приводит к искажению формы кривой напряжения в сельских электрических сетях 0,38 кВ.

Показано, что степень искажения синусоидальности формы кривой напряжения зависит от загрузки питающих трансформаторов и характера структуры нагрузок. При загрузке трансформаторов более 50 % коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения достигает значительных величин.

В целом результаты исследований показали, что среднесуточные значения коэффициента искажения синусоидальности напряжения в данных сетях не выходят за пределы нормально допустимых стандартом значений.

Величина коэффициента искажения формы кривой напряжения изменяется в течение суток в зависимости от изменения величины нагрузки. С целью получения полной информации о качестве напряжения во всех электрических сетях необходимы дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109-97. – Введ. 08.01.1999. – Москва: Изд-во стандартов, 1998. – 31 с.
2. Жежеленко, И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промышленных предприятий/ И.В. Жежеленко. – 5-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 2004. – 358 с.
3. Управление качеством электроэнергии/ И.И. Карташов [и др.]; под ред. Ю.В. Шарова. – М.: Издат. дом МЭИ, 2006. – 320 с.
4. Вагин, Г.Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике/ Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, А.А. Севостьянов. – Нижний Новгород: Изд-во НГТУ, 2004. – 216 с.
5. Жежеленко, И.В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях/ И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко. – 4-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 261 с.
6. Электромагнитная совместимость электроприёмников промышленных предприятий / А.К. Шидловский [и др.]; под ред. А. К. Шидловского. – Киев: Наукова думка, 1992. – 236 с.
7. Прокопчик, В.В. Повышение качества электроснабжения и эффективности электрооборудования предприятий с непрерывными технологическими процессами/ В.В. Прокопчик. – Гомель: Изд-во ГГТУ, 2002. – 283 с.
8. Жежеленко, И.В. Электромагнитная совместимость в системах электроснабжения промышленных предприятий/ И.В. Жежеленко// Электрика. – 2008. – № 10. – С. 3–11.
9. Шидловский, А.К. Повышение качества энергии в электрических сетях/ А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов. – Киев: Наукова думка, 1985. – 267 с.

ТЕПЛОВОЙ НАСОС – ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Ю.С. Почанин, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье приведена характеристика основных видов тепловых насосов (ТН), применяемых за рубежом, дан анализ их эффективности и предложены рекомендации по использованию в системах теплоснабжения сельскохозяйственного производства.

Введение

Теплонасосные установки (ТНУ), осуществляя обратный термодинамический цикл на низкокипящем рабочем веществе, позволяют концентрировать низкотемпературное тепло из окружающей среды (земли, воды, воздуха), повышая его потенциал до уровня, необходимого в теплоснабжении, т.е. переносить его от теплоносителя с низкой температурой (2-15°C) к теплоносителю с более высокой температурой (50-80°C). При использовании низкотемпературного источника теплоты, стоимость тепла, вырабатываемого тепловым насосом, в 1,6-3,7 раза ниже стоимости централизованного теплоснабжения и в 2-3 раза ниже, чем в угольной или мазутной котельной средней мощности [1]. Тепловые насосы также экологически чисты, так как работают без сжигания топлива и не производят вредных выбросов в атмосферу, имеют большой срок службы до капитального ремонта (10-15 отопительных сезонов) и полностью работают в автоматическом режиме. Обслуживание установок заключается в сезонном техническом осмотре и периодическом контроле режима работы. Срок окупаемости оборудования составляет 2-3 отопительных сезона. Согласно прогнозам Мирового энергетического комитета, к 2020 году 75% теплоснабжения (коммунального и производственного) в развитых странах будет осуществляться с помощью тепловых насосов. Этот прогноз успешно подтверждается. В настоящее время в мире работает порядка 20 млн. тепловых насосов различной мощности – от нескольких киловатт до сотен мегаватт.

В Швеции установлено более 200 тысяч теплонасосных установок, использующих различные источники теплоты. Для Швеции характерно использование крупных ТНУ тепловой мощностью около 30 МВт. В качестве низкопотенциальной теплоты используются, в основном, очищенные сточные воды, морская вода и сбросная вода промышленных предприятий. Среди этих ТНУ можно выделить такие крупные, как в г. Мальме (40 МВт), г. Упсале (39 МВт), г. Эребру (42 МВт). Наиболее крупной среди ТНУ Швеции является Стокгольмская, мощностью 320 МВт, использующая в качестве источника низкопотенциального тепла (ИНТ) воду Балтийского моря. Эта установка, расположенная на причаленных к берегу баржах, охлаждает зимой морскую воду – от 4 °С до 2 °С. Себестоимость тепла

от этой установки на 20% ниже себестоимости тепла от котельных. Количество теплоты, вырабатываемое теплонасосными установками в Швеции, уже составляет около 50% от требуемого.

В Германии в эксплуатации находятся около 1 млн. ТНУ. Они используются в водяных, а также в воздушных системах отопления и кондиционирования воздуха. В качестве источников теплоты используется наружный и вытяжной воздух, грунт, вода и т.д. Крупные ТНУ работают, как правило, в системе центрального теплоснабжения.

В настоящее время в Германии выделяется самая крупная среди развитых стран государственная дотация из бюджета: за 1 кВт тепловой мощности, запущенного в эксплуатацию ТН, выплачивается 300 евро. И это при том, что по производству экономичных индивидуальных котлов на жидком и газообразном топливе для централизованного и индивидуального теплоснабжения Германия занимает одно из первых мест в мире.

В Дании эксплуатируется более 40 тысяч ТНУ, источниками теплоты для которых служат грунт, вода и воздух, широко распространены установки для комбинированного производства тепла и холода на молочных фермах.

В России, стране богатой углеводородными ресурсами, ряд работ будет выполняться в рамках региональных программ энергосбережения и замены традиционных систем теплоснабжения теплонасосными установками (Новосибирская обл., Нижегородская обл., Норильск, Нуренгри, Якутия, Дивногорск, Красноярский край). Планируется осуществить среднегодовой ввод мощностей теплонасосных установок около 100 МВт.

В Республике Беларусь, а тем более в аграрно-промышленном комплексе, вопросу использования теплонасосных установок должного внимания не уделяется.

Основная часть

Теплонасосные установки целесообразно использовать при переходе к децентрализованным системам теплоснабжения (без протяженных дорогостоящих тепловых сетей), когда тепловая энергия генерируется вблизи ее потребителя. Внедрение таких экономичных и экологически чистых технологий теплоснабжения необходимо, в первую очередь, во вновь строящихся

районах городов и в населенных пунктах при полном исключении применения электродвигательных, потребление энергии которыми в 3-4 раза превышает потребление ее теплонасосными установками. Использование теплонасосных установок перспективно в комбинированных схемах в сочетании с другими технологиями использования возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой, биоэнергии), так как позволяет оптимизировать параметры сопрягаемых систем и достигать наиболее высоких экономических показателей. Применение теплонасосных установок вносит наибольший вклад в экономию невозобновляемых энергоресурсов с помощью технологий нетрадиционной энергетики. Использование низкопотенциального тепла земли посредством тепловых насосов возможно практически повсеместно, и в настоящее время это одно из наиболее динамично развивающихся направлений использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

В тепловом насосе происходит отбор теплоты от низкопотенциального источника, и его утилизация осуществляется следующим образом. Теплоноситель, проходя по трубопроводу, проложенному в земле или воде, нагревается на несколько градусов, затем, проходя через теплообменник испарителя теплового насоса, отдает аккумулированную теплоту. Хладагент (с низкой температурой кипения при низком давлении), отбирая эту теплоту, переходит из жидкого состояния в газообразное. Компрессор сжимает хладагент, при

повышении давления повышается температура газа до 50...80°C, и затем горячий газ поступает в теплообменник конденсатора, где происходит передача тепла в систему отопления.

Схематично теплонасосную установку можно представить в виде системы из трех замкнутых контуров: в первом – внешнем циркулирует теплоноситель, собирающий теплоту окружающей среды, во втором – хладагент (вещество, которое испаряется, отбирая теплоту у первого контура) конденсируется, отдавая теплоту третьему контуру, где находится вода системы отопления и горячего водоснабжения.

Теплонасосные установки для горячего водоснабжения и отопления включают в себя следующие основные элементы: системы сбора низкопотенциальной тепловой энергии окружающей среды, циркуляционные насосы, пароконденсационные тепловые насосы, баки-аккумуляторы горячей воды, системы напольного или радиаторного отопления, контрольно-измерительную аппаратуру.

Внешний контур теплонасосной установки – это, как правило, комплект из полимерных труб с циркулирующим незамерзающим теплоносителем на основе гликоля (антифриз). Основные источники низкопотенциальной теплоты (ИНТ) и характеристика их температур представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные ИНТ, их температура и теплоноситель внешнего контура

ИНТ	Теплоноситель внешнего контура	Температура источника, °С
Грунтовые воды	Вода	8...15
Грунт	Антифриз	2...10
Вода с водозабора	Вода	6...10
Речная вода	Антифриз	1...10
Канализационные стоки	Вода	10...17
Окружающий воздух	Воздух	-8...15
Вытяжной воздух	Воздух	18...25

Внешний контур – контур отбора теплоты от окружающей среды может быть земляным, водяным и воздушным. При использовании в качестве источника теплоты участка земли контур отбора теплоты может быть горизонтальным или вертикальным. При горизонтальной укладке трубопровод зарывается в землю на глубину промерзания грунта (выбирается для конкретного региона). Минимальное расстояние между соседними трубопроводами – 0,8..1,2 м. Специальной подготовки почвы, засыпок и т.п. не требуется. Ориентировочное значение тепловой мощности, отбираемой с 1 м трубопровода, составляет 20-30 Вт. Таким образом, для установки теплового насоса мощностью 10 кВт необходим земляной контур длиной 500..333 м. Для укладки такого контура потребуется участок земли площадью около 600-400 кв. м соответственно. Модуль классического горизонтального коллектора мощностью 2 кВт представлен на рис. 1 [2].

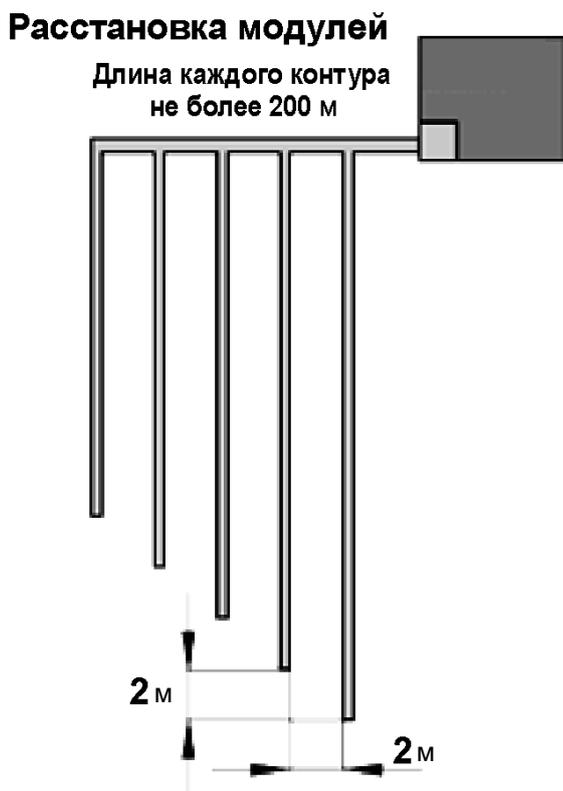


Рисунок 1. Модуль классического горизонтального коллектора

При вертикальной укладке ориентировочное значение тепловой мощности, отбираемой с 1 м трубопровода, составляет 50-60 Вт. Вертикальные грунтовые теплообменники эффективно работают практически во всех видах геологических сред, за исключением грунтов с низкой теплопроводностью, например, сухого песка или сухого гравия. Теплоноситель циркулирует по трубам (чаще всего полиэтиленовым или полипропиленовым), уложенным в вертикальных скважинах глубиной от 50 до 200 м. Обычно используются два типа вертикальных грунтовых теплообменников (рис. 2). U-образный теплообменник, представляющий собой две параллельные трубы, соеди-

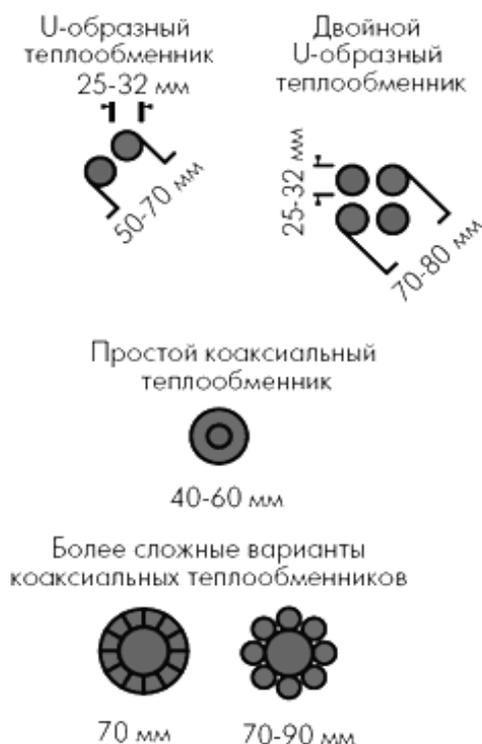


Рисунок. 2. Сечение различных типов вертикальных грунтовых теплообменников

ненные в нижней части. В одной скважине располагаются одна или две пары таких труб. Преимуществом этой схемы является относительно низкая стоимость изготовления. Двойные U-образные теплообменники – наиболее широко используемый в Европе тип вертикальных грунтовых теплообменников. Коаксиальный (концентрический) теплообменник – представляет собой две трубы различного диаметра. Труба меньшего диаметра располагается внутри другой трубы. Коаксиальные теплообменники могут быть и более сложных конфигураций [3].

Основным теплообменным элементом системы сбора низкопотенциального тепла грунта являются вертикальные грунтовые теплообменники коаксиального типа, расположенные снаружи по периметру здания. Эти теплообменники представляют собой 8 скважин глубиной от 32 до 35 м каждая, устроенных вблизи дома.

Для увеличения эффективности теплообменников пространство между стенками скважины и трубами заполняется специальными теплопроводящими материалами.

При использовании в качестве источника теплоты воды ближайшего водоема, реки контур укладывается на дно водоема. Ориентировочное значение тепловой мощности, отбираемой с 1 м трубопровода, составляет 30 Вт. Таким образом, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходимо уложить в водоем контур длиной 333 м. Для того, чтобы трубопровод не всплывал, на 1 погонный м трубопровода устанавливается около 5 кг груза.

При воздушном контуре теплонасосная установка собирает энергию из окружающего воздуха, однако, в силу технических причин, теплонасосные установки с воздушным контуром имеют серьезное ограничение в применении: минимальная температура наружного воздуха -20°C. Насос может быть расположен внутри или снаружи помещения. Воздух подается в его теплообменник с помощью вентилятора.

Основными составляющими теплового насоса являются:

1. Хладагент.

Характеристика широко применяемого хладагента R 407 C представлена в табл. 2 [4].

Таблица 2. Характеристика хладагента R 407 C

Давление, бар	Температура испарения, °C	Температура конденсации °C
1	-21,3	-27,9
1,4	-16,9	-23,3
1,8	-13,3	-19,3
2,2	-9,6	-15,7
2,6	-6,5	-12,5
3	-3,6	-9,5
4	2,5	-3
4,6	6,1	0,5
5	8,2	2,6
5,8	12,2	6,6
6,6	15,7	10,2
7	17,4	11,9
8	21,3	15,9
9	24,9	19,5
10	28,3	22,9
11	31,4	26,1
12	34,3	29,1
13	37,1	31,9
14	39,7	34,5
15	42,2	37,1
16	44,5	39,5
17	46,8	41,8
18	48,9	44
19	51	46,2
20	53	48,2
21	54,9	50,2
22	56,7	52,1
23	58,5	54
24	60,2	55,8
25	61,8	57,9

2. Высокопроизводительный испаритель.

В испарителе хладагент через пластинчатый теплообменник забирает у ИНТ теплоту и испаряется. Теплообменник выполнен из нержавеющей стали и состоит из множества наложенных друг на друга и спаянных металлических пластин. Благодаря большой поверхности теплообменника и незначительной вместимости, имеющаяся тепловая энергия может быстро переноситься от источника теплоты к хладагенту. Теплообменник работает по принципу противотока с целью оптимального использования энергии. Пластинчатый теплообменник имеет изоляцию, защищающую от накапливающегося конденсата.

3. Компрессор.

Принцип работы спирального компрессора заключается в том, что в двух вставленных друг в друга спиралях постоянно образуются изменяющиеся газовые полости (рис. 3). Одна спираль неподвижная, в то время как другая при этом эксцентрично движется.



Рисунок 3. Спиральный компрессор теплового насоса

Благодаря движению, пар хладагента всасывается в открытую внешнюю камеру. При продолжении движения спирали камера пара хладагента непрерывно уменьшается. В центре неподвижной спирали имеется отверстие, через которое сжатый пар через камеру давления направляется в напорный трубопровод.

Поскольку спиральному компрессору рабочие клапаны не нужны, то потери газа также очень незначительны. Благодаря почти непрерывному процессу сжатия, возникает остающееся постоянным давление (нет газовых пульсаций). Компрессор характеризуется высокой плавностью хода и незначительной эмиссией шума.

4. Конденсатор.

В конденсаторе хладагент передает полученную им энергию в виде полезной теплоты воде отопления через пластинчатый теплообменник, изготовленный из нержавеющей стали, и конденсируется.

5. Термостатный расширительный клапан.

В расширительном клапане падает давление и температура жидкого хладагента, и он вновь направляется в испаритель. Расширительный клапан все время выдает такое количество хладагента, которое может испариться и обеспечить компрессор газообразным хладагентом.

6. Автоматика.

Стандартный регулятор теплового насоса осуществляет погодозависимое регулирование температуры в доме. Регулятор имеет очень гибкую систему настроек. При подключении датчика комнатной температуры возможно регулирование температуры воздуха в доме: как независимо от уличного датчика, так и совместно с ним. Автоматика поддерживает работу с двумя температурными контурами отопления. Доступ к регулятору возможен дистанционно – по проводной телефонной или сотовой сети. Данная возможность, кстати, уже используется за рубежом: при возникновении неисправности автоматика теплового насоса отправляет SMS с кодом ошибки на номер сервисного центра.

Энергетическая эффективность ТН оценивается коэффициентом трансформации тепла (μ) и эксергетическим КПД (η_e) [5].

Коэффициент трансформации тепла (μ) является отношением количества тепла (Q_B), полученного в ТН, к затраченной мощности ($N_{ЗМ}$) на привод компрессора:

$$\mu = Q_B / N_{ЗМ} \quad (1)$$

Проведенные исследования показали, что, например, при температуре испарителя на уровне 0°C и температуре конденсатора на уровне 60°C коэффициент μ реальной установки достигает 3. С увеличением температуры источника низкопотенциального тепла и/или с уменьшением температуры, необходимой потребителю, коэффициент μ возрастает и может достигать 4, 5 и больших значений [6]. Очевидно, что применение тепловых насосов особенно эффективно в случае использования воздушных систем и/или напольных систем водяного отопления, для которых температура в конденсаторе может не превышать $35-40^\circ\text{C}$.

Вторым критерием оценки эффективности работы ТН является эксергетический КПД, который учитывает не только количество полученного тепла, но и его качество, т.е. температурный уровень.

Пределы изменения эксергетического КПД: $0 \leq \eta_e \leq 1$.

Как отмечалось выше, для реальных ТН коэффициент трансформации составляет $\mu \approx 3-4$, в то время как $\eta_e = 30-40\%$.

Это означает, что на каждый затраченный кВт·ч энергии в реальной ТНУ в конденсаторе можно полу-

чить $Q_{в}=3-4$ кВт·ч. Это является основным преимуществом ТНУ перед другими способами получения теплоты.

Все более широкое применение в последнее время находят системы отопления с применением современных теплообменников типа фанкойлов, характеризующихся высокими коэффициентами теплопередачи и, соответственно, допускающих использование теплоносителя с пониженными температурами.

Ключевым вопросом, от которого в значительной степени зависит эффективность применения тепловых насосов, является вопрос об источнике низкопотенциальной теплоты. Таким источником мог бы быть атмосферный воздух. Однако в зимнее время, когда тепловая нагрузка возрастает, его температура в наших природно-климатических условиях становится слишком низкой, чтобы обеспечить эффективную работу теплового насоса. В Могилеве, в частном доме [7], установлен тепловой насос типа воздух-вода мощностью 14 кВт в бивалентном режиме с дизелем. По заводским данным, в зависимости от температуры наружного воздуха тепловая мощность, которая будет получена, представлена в таблице 3.

Таблица 3. Зависимость тепловой мощности от температуры наружного воздуха

Температура воздуха / температура теплоносителя, °С	Потребляемая электрическая мощность, кВт	Тепловая мощность, кВт
15/50	4,8	16,6
7/50	4,6	13,9
2/50	4,5	12,2
0/45	4,0	11,7
-7/50	4,2	9,5
-20/50	3,9	6,6

Идеальный вариант для тепловых насосов — наличие вблизи от потребителя источника “сбросной” теплоты промышленного или коммунального предприятия. В наших условиях хозяйствования такие случаи нередки. Тем не менее, эти случаи следует рассматривать как частные. В качестве довольно универсального источника низкопотенциальной теплоты можно использовать теплоту грунта. Известно, что на глубине 4-5 м и более температура грунта в течение года практически постоянна и соответствует среднегодовой температуре атмосферного воздуха. Хотя за последние несколько десятков лет во всем мире резко возросло производство тепловых насосов, в нашей стране ТНУ до настоящего времени не нашли широкого применения. Причины здесь следующие: традиционная ориентация на централизованное теплоснабжение; соотношение между стоимостью электроэнергии и топлива. При использовании тепловых насосов при отоплении помещений необходимо помнить, что для всех типов тепловых насосов характерен ряд особенностей.

Во-первых, тепловой насос оправдывает себя только в хорошо утепленном здании, то есть с теплопотерями не более 60 Вт/м^2 , чем теплее дом, тем больше выгода.

Во-вторых, чем больше разница температуры источника низкопотенциальной теплоты и температуры носителя, используемого в системе отопления, тем меньше коэффициент преобразования теплоты. Поэтому более выгодно подключение агрегата к низкотемпературным системам отопления. Прежде всего, имеется в виду обогрев от водяных полов или теплым воздухом, так как в этих случаях теплоноситель по медицинским требованиям не должен быть горячее 35°C .

В-третьих, для достижения большей выгоды практикуется эксплуатация тепловых насосов в паре с дополнительным генератором теплоты (в таких случаях говорят об использовании бивалентной схемы отопления). В доме с большими теплопотерями или при температуре на улице $-10-15^\circ\text{C}$ включается второй генератор теплоты. Им может быть жидкотопливный котел, но возможны и более сложные тепловые бивалентные схемы, например включение солнечного коллектора. Для этого у некоторых серийных систем тепловых насосов и солнечных коллекторов такая возможность предусмотрена в конструкции. В этом случае смешивание теплоты, идущей от теплового насоса (это достаточно инерционная система) и от солнечного коллектора (малоинерционная система), производится в выравнивающем бойлере [8].

В большинстве случаев тепловые насосы применяются для теплоснабжения, горячего водоснабжения жилых и производственных зданий, обеспечения тепловой энергией ряда технологических процессов (низкотемпературная сушка, дистилляция, тепловая обработка, тепло- и холодоснабжение сельскохозяйственных объектов, молочно-товарных ферм, фруктохранилищ, зернохранилищ и др.).

Существуют две основные области применения тепловых насосов в технологических процессах сельского хозяйства: в линиях первичной обработки молока и для теплоснабжения стойловых помещений. На молочных фермах существенную долю расхода энергоресурсов (до 50%) составляют затраты электроэнергии на привод компрессоров холодильных машин, предназначенных для охлаждения свежесобранного молока и на нагрев воды для санитарно-технологических нужд. Такое сочетание потребности в теплоте и холоде создает благоприятные условия для применения тепловых насосов. С вентилируемым воздухом стойловых помещений отводится значительное количество теплоты, которое успешно может быть использовано в качестве низкопотенциального теплоисточника для малых тепловых насосов. Применение тепловых насосов на животноводческих фермах обеспечит одновременно кондиционирование

воздуха в стойловых помещениях и теплоснабжение производственных помещений.

Выводы

1. В настоящее время тепловые насосы являются более экономичными, чем котлы на дизельном топливе, а в ближайшем будущем, когда цены на энергоносители сравняются с европейскими, они станут бесспорными лидерами, и будут превосходить даже газовые котлы.

2. Кроме прямого экономического эффекта, тепловой насос абсолютно экологически безвредный источник теплоснабжения, пожаро- и взрывобезопасен.

3. Поскольку тепловые насосы не используют в своей работе топливо, то соответственно стоимость их эксплуатации не будет зависеть от изменения цен на энергоносители.

4. В Республике Беларусь целесообразно применять ТНУ двойного назначения, в которых в отопительный период теплоснабжение зданий осуществляется преимущественно от теплового насоса (80-90% годового теплотребления), а пиковые нагрузки (при низких температурах) покрываются котлами на органическом топливе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волов, Г.Я. Использование тепловых насосов в теплоснабжении и горячем водоснабжении/ Г.Я. Волов, К.Л. Кочепасов//Энергия и менеджмент, 2002. – № 2-3.
2. Фокин, В. М. Основы энергосбережения и энергоаудита/ В.М. Фокин. –М.:Машиностроение, 2006. – С.256.
3. Калнинь, И. М. Перспективы развития тепловых насосов / И.М. Калнинь //Холодильная техника, 1994. – №1.
4. Везиришвили, О.Ш. Энергосберегающие теплонасосные системы тепло- и хладоснабжения/ О.Ш. Везиришвили, Н.В. Меладзе. – М.: МЭИ, 1994. – 160 с.
5. Эксергетический метод и его приложения/ В.М. Бродянский [и др.]; под общ. ред. В.М. Бродянского. – М.: Энергоиздат, 1986. – 75 с.
6. Попель, О.С. Тепловые насосы. – эффективный путь энергосбережения/ О.С. Попель// Проблемы энергосбережения, 1999. –№1.
7. Материал из «Ваш дом TUT» [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: www.vashdom.tut.by/. – Дата доступа: 1.09.2009
8. Амерханов, Р.А. Тепловые насосы/ Р.А. Амерханов. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – С.160.

УДК 631.333

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.01.2009

ОСОБЕННОСТЬ ПОВОРОТА ТРАКТОРА С ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМОЙ

И.Н. Ботян, председатель (СПК «Вировлянский», Витебская обл.)

Аннотация

Предлагается методика расчета для определения минимального радиуса поворота трактора. Рассмотрена линейная теория деформации шин. Приведены зависимости между величиной угловой и поперечной деформациями в процессе движения. Даны рекомендации механизаторам, работающим на тракторах Т-150К и К-700.

Введение

В повышении эффективности сельскохозяйственного производства, ускорении научно-технического прогресса значительная роль отводится новой сельскохозяйственной технике, которая должна повысить производительность труда на основной обработке почвы в 1,5 – 1,8 раза и снизить удельный расход топлива на 10 – 12 %.

В наиболее общем случае колесная машина совершает весьма сложные движения. Вместе с тем, от сил, действующих в контакте колесного движителя с дорогой, зависят такие основные эксплуатационные свойства колесных машин, как тягово-скоростные характеристики, поворачиваемость, устойчивость, проходимость и некоторые другие.

В развитии теории движения колесных машин велика заслуга ученых Г.В. Зимелева, Б.С. Фалькеви-

ча, А.С. Литвинова, Я.М. Певзера, Р.В. Ротенберга, В.Ф. Бабкова, главных конструкторов заводов и многих других ученых и инженеров [1].

Поворачиваемость – свойство колесной машины совершать повороты с заданной кривизной на дороге и местности.

Теория поворота колесного трактора с шарнирно-сочлененной рамой давно интересует исследователей. Подобная постановка вопроса в литературе пока не получила решения. Нет исследований поворота трактора с шарнирно-сочлененной рамой типа Т-150К, К-700 и других при наличии у трактора переднего и заднего ведущих мостов.

Для уяснения всей картины взаимодействия, как колес с почвой, так и частей трактора было решено расчленив задачу на ряд отдельных задач.

Основная часть

В данной статье автором рассматривается установившийся поворот трактора без рабочих машин. Будем считать включенным только передний мост, к задним колесам в этом случае приложены силы сопротивления перекачиванию.

Принятые допущения: вторая пара колес свободно вращается вокруг общей оси и шарнирно связана с первой. Так как все пары имеют дифференциалы, то можно считать движение колес происходит без скольжения и скорости центров масс и образует постоянный угол с общей осью. Значит, мгновенная ось вращения будет находиться на пересечении перпендикуляров, проведенных к скоростям точек K и K' . Изобразим схему трактора с шарнирно-сочлененной рамой на повороте (рис.1).

Обозначим через α – угол поворота передней полурамы относительно задней (угол считаем постоянным и малым); V – скорость движения центра масс ($V = \text{const}$ – движение равномерное).

В число внешних сил, приложенных к трактору, входят сила F_1 тяги передних колес и сила S_2 сопротивления перекачиванию задних колес. Внешними для трактора силами являются также опорные реакции \dot{O}_1 и \dot{O}_2 ; \dot{I}_1 и \dot{I}_2 – опорные моменты; δ_1 – угол увода передних колес; δ_2 – угол увода задних колес. Так как $\omega = \text{const}$, то главный момент силы инерции в данном случае равен нулю.

Φ_1 и Φ_2 силы инерции соответственны передней и задней секций трактора, приложенные в точках S_1 и S_2 – центрах масс этих секций.

Применяя метод кинестатики, присоединяем к трактору систему сил инерции. Она сводится к одной силе – главному вектору $\bar{\Phi}$. Поскольку трактор состоит из двух секций, главный вектор сил инерции удобнее представить в виде суммы двух сил: $\bar{\Phi} = \bar{\Phi}_1 + \bar{\Phi}_2$; $m = m_1 + m_2$, где m – масса трактора, m_1, m_2 – массы передней и задней полурам.

Из теоретической механики известно:

$$\phi_1 = m_1 \frac{g_{s_1}^2}{\rho_1}; \phi_2 = m_2 \frac{g_{s_2}^2}{\rho_2},$$

где g_{s_1} и g_{s_2} – скорости центров масс S_1 и S_2 ; ρ_1 и ρ_2 – радиусы кривизны траекторий точек S_1 и S_2 , V_1 и V_2 , т.е. радиусы, описываемые точками S_1 и S_2 ; β_1 и β_2 – углы, образуемые силами ϕ_1 и ϕ_2 с осью x .

Обозначим расстояние от шарнира Д до осей I и

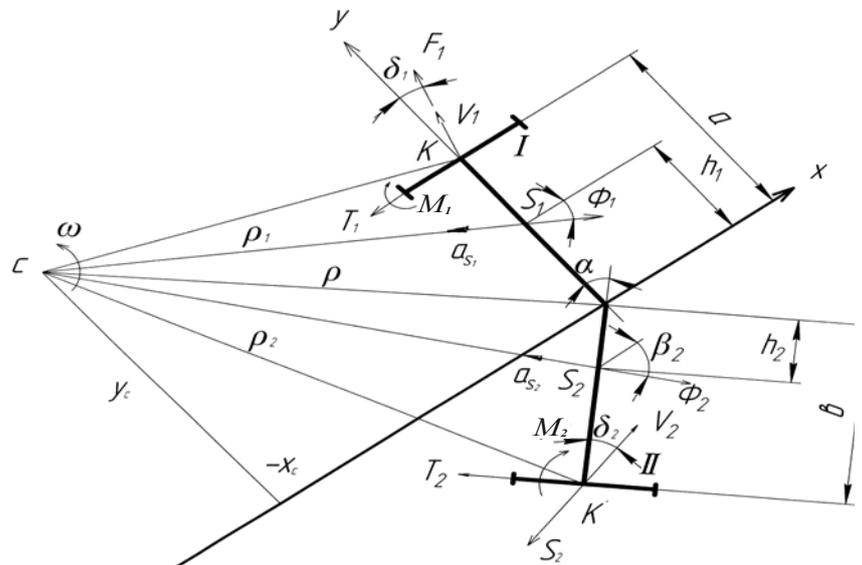


Рисунок 1. Схема трактора на повороте

2 колес через $DI = a$, $DI = b$, $DS_1 = h_1$, $DS_2 = h_2$ (все величины известны).

Уравнение кинестатики в проекциях на оси x и y и уравнение моментов получат следующий вид:

$$\Sigma Xi = -T_1 - T_2 \cos \alpha + F_1 \sin \delta_1 - S_2 \sin(\alpha + \delta_2) + \phi_1 \cos \beta_1 + \phi_2 \cos \beta_2 = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma Yi = F_1 \cos \delta_1 - S_2 \cos(\alpha + \delta_2) + T_2 \sin \alpha - \phi_1 \sin \beta_1 - \phi_2 \sin \beta_2 = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_{D_i} = -M_1 - M_2 + T_1 a + T_2 b - F_1 a \sin \delta_1 - S_2 b \sin \delta_2 - \Phi_1 \cos \beta_1 h_1 + \Phi_2 h_2 \cos \alpha = 0 \quad (3)$$

Принимая угол поворота передней полурамы относительно задней малым, малыми являются и углы увода δ_1 и δ_2 , а также углы β_1 и β_2 .

Уравнение кинестатики можно записать в виде:

$$\Sigma Xi = -T_1 - T_2 + F_1 \delta_1 - S_2(\alpha + \delta_2) + \Phi_1 + \Phi_2 = 0. \quad (4)$$

$$\Sigma Yi = F_1 - S_2 + T_2 \alpha - \Phi_1 \beta_1 - \Phi_2 \beta_2 = 0. \quad (5)$$

$$\Sigma M_{D_i} = -M_1 - M_2 + T_1 a - T_2 b - F_1 a \delta_1 - S_2 b \delta_2 - \Phi_1 h_1 + \Phi_2 h_2 = 0 \quad (6)$$

Переходим к нахождению центра и радиуса поворота трактора, модулей центробежных сил инерции и Φ_2 и углов β_1 и β_2 .

Центр поворота C найдем как точку пересечения перпендикуляров к скоростям \mathcal{G}_1 и \mathcal{G}_2 .

Уравнения прямых CK и CK' в осях x, y можно записать в виде:

$$Y = -tg\delta_1 x + a = \delta_1 x + a; (CK). \quad (7)$$

$$Y = -(\alpha + \delta_1)x - \epsilon; (CK'). \quad (8)$$

Решив уравнения совместно, найдем координаты центра поворота – точки C :

$$X_c = -\frac{a + \epsilon}{\alpha + \delta_2 - \delta_1}; Y_c = a + \frac{(a + \epsilon)\delta_1}{\alpha + \delta_2 - \delta_1}. \quad (9)$$

Найдем радиус поворота ρ . Так как радиус поворота значительно больше h_1 и h_2 , то можно принять, что при повороте $\rho_1 \approx \rho_2$.

Ориентировочные расчеты показывают, что относительная ошибка от замены радиусов ρ_1 и ρ_2 величиной ρ не превышает 2% [2].

$$\rho = \frac{X_c}{\cos \alpha} = (a + \epsilon) \frac{1}{\alpha + \delta_2 - \delta_1}. \quad (10)$$

Скорости точек S_1 и S_2 равны $V_{s_1} = \omega_{\rho_1}$, $V_{s_2} = \omega_{\rho_2}$ также могут быть приблизительно равными друг другу: $S_1 \approx S_2 = \mathcal{G}$, где \mathcal{G} – скорость трактора, т.е. центра масс.

Подставляя ρ и \mathcal{G} в формулу $\Phi = \frac{m\mathcal{G}^2}{\rho}$, найдем величины модулей центробежных сил инерции:

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= \frac{m_1 \mathcal{G}^2}{a + \epsilon} (\alpha + \delta_2 - \delta_1), \\ \Phi_2 &= \frac{m_2 \mathcal{G}^2}{a + \epsilon} (\alpha + \delta_2 - \delta_1). \end{aligned} \quad (11)$$

Определим углы β_1 и β_2 , составленные векторами $\overline{\Phi}_1$ и $\overline{\Phi}_2$ с осью X . Для этого найдем угловые коэффициенты прямых CS_1 и CS_2 :

$$\beta_1 = \frac{Y_{s_1} - Y_c}{X_{s_1} - X_c} = \frac{h_1 - a}{a + \epsilon} (\alpha + \delta_2) - \frac{h_1 + \epsilon}{a + \epsilon} \delta_1, \quad (12)$$

$$\beta_2 = \frac{Y_{s_2} - Y_c}{X_{s_2} - X_c} = \frac{h_2 - a}{a + \epsilon} (\alpha + \delta_2) - \frac{h_2 + \epsilon}{a + \epsilon} \delta_1. \quad (13)$$

Таким образом, углы β_1 и β_2 являются линейными комбинациями малых углов и поэтому являются малыми углами. Так как $\alpha, \delta_1, \delta_2$ – величины малые, то это позволяет пренебречь слагаемыми, содержащими эти углы в качестве множителей в уравнениях (4), (5), (6). Тогда из второго уравнения системы получим:

$$F_1 = S_2, \quad (14)$$

т.е. сила тяги передних колес при равномерном движении трактора уравновешивает заданную силу сопротивления перекачиванию задних колес.

На динамику поворота существенно будут влиять деформации пневматических колес (рис.2).

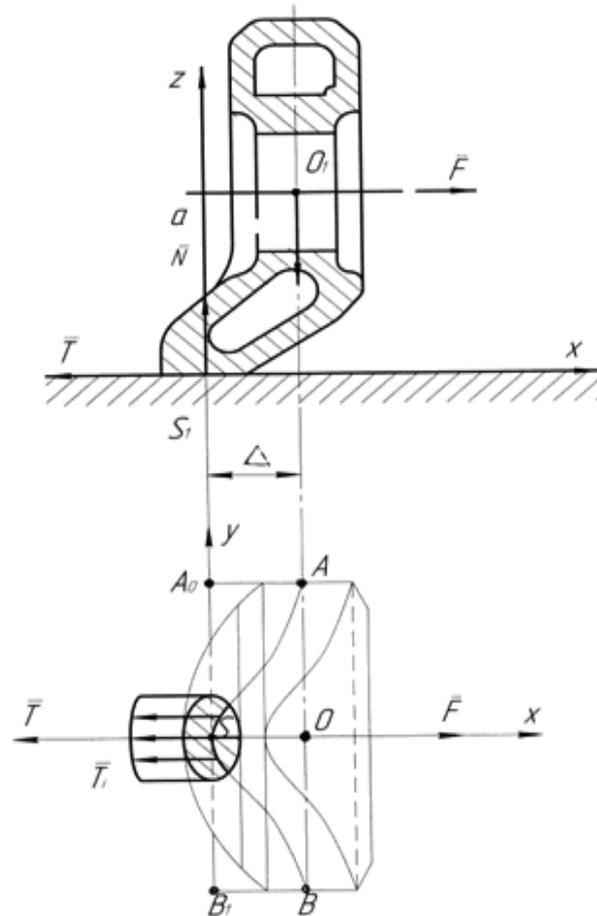


Рисунок 2. Схема деформации шины колеса при качении с уводом

Вертикально расположенное колесо испытывает две деформации шины – угловую и поперечную. Принимается линейная теория деформаций шин, т.е. считаются силы пропорциональными деформациям:

$$T = c\Delta; M = f\psi; \psi = K\Delta. \quad (15)$$

Силы, действующие на неподвижное колесо при поступательном смещении обода в поперечном на-

правлении, где T и M – поперечная сила и стабилизирующий опорный момент, возникающие при уводе колеса. Δ и ψ – поперечная и угловая деформация шины. K – коэффициент пропорциональности между деформациями (поперечной и угловой). C и f – коэффициенты поперечной и угловой жесткости. Пусть неподвижное колесо, нагруженное вертикальной силой Q , опирается на горизонтальную плоскость XSY . При этом возникает сила $\bar{N} = -\bar{Q}$ – нормальная реакция плоскости. Точки S_1 и S (рис.2) изображают центр контактной площади, точка O_1 и O – соответственно центр колеса и его проекцию на плоскость XSY . Если к центру неподвижного колеса приложить силу \bar{F} , направленную вдоль его оси, то плоскость обода сместится из начального положения A_0B_0 в новое положение AB на расстояние $SO = \Delta$. Шина при этом испытывает сложную деформацию. Средняя линия шины, имевшая до деформации (в проекции) вид прямолинейного отрезка A_0B_0 , становится отрезком кривой ASB . Это обусловлено, очевидно, возникновением на контактной площадке при смещении обода горизонтальных сил T_i (касательных составляющих реакций поверхности), стремящихся удержать шину от проскальзывания в направлении силы \bar{F} . Если при установившемся уводе угловая деформация шины равна углу увода $\Psi = \delta$, то выражение (15) можно записать:

$$T = C \Delta, M = f K \Delta, \delta = K \Delta \quad (16)$$

Подставив в выражения (4) и (6) из уравнений кинестатики значение сил, моментов и углов значения (16), (14), (11) и пренебрегая слагаемыми, содержащими произведения малых углов, после ряда преобразований получили систему двух уравнений для определения поперечной деформации передних и задних колес:

$$A_1 \Delta_1 + B_1 \Delta_2 = C_1; A_1 B_1 + B_1 \Delta_2 = C_2, \quad (17)$$

$$\text{где } A_1 = C_1 + K_1 \left[\frac{(m_1 + m_2) \mathcal{G}_2}{a + \epsilon} - S \right],$$

$$A_2 = a c_1 - K_1 \left[\frac{(m_2 h_2 - m_1 h_1) \mathcal{G}_2}{a + \epsilon} + f_1 + a S_2 \right],$$

$$B_1 = -\epsilon C_2 + K_2 \left[\frac{m_2 h_2 - m_1 h_1}{a + \epsilon} - f_2 - \epsilon S_2 \right],$$

$$C_1 = \left[\frac{(m_1 + m_2) \mathcal{G}_2}{a + \epsilon} - S_2 \right] \alpha,$$

$$C_2 = - \frac{m_2 h_2 - m_1 h_1}{a + \epsilon} \alpha,$$

где A, B, C – определители, составленные из коэффициентов системы.

Решая систему уравнений (17), найдем Δ_1 и Δ_2 (поперечную деформацию).

Таким образом, зная механические характеристики шин, размеры всех звеньев, скорость движения трактора \mathcal{G} и угол излома рамы α , можно найти деформации шин Δ_1 и Δ_2 , по которым затем по формуле (16) находим $T_1, T_2, \delta_1, \delta_2, M_1$ и M_2 .

Когда оба моста трактора ведущие на схеме (рис.1) вместо силы S_2 будет действовать сила тяги задних колес, направленная вдоль скорости \mathcal{G}_2 . Практически характер уравнений сохранится.

Исследования по определению минимального радиуса поворота проводились при работе трактора Т-150К с комбинированным агрегатом по внесению известкового мелиоранта в трехкратном измерении. Минимальный радиус поворота составил 7,65 м.

Выводы

В системе почва-полурама трактора появляется циркуляция мощности, которая ведет к ускоренному износу шин, появлению больших напряжений в трансмиссии, вызывающих ее износ. Механизаторам, работающим на тракторах Т-150К, К-700, рекомендовано на поворотах, а также при малых нагрузках включать только передний мост. Избежать циркуляции мощности можно только путем автоматической стабилизации скорости мостов.

В сочлененной машине ограничение поворачиваемости вследствие недостаточности силы тяги еще менее вероятно, чем в машине с управляемыми колесами. Ограничение радиусов поворота наступает вследствие возрастания реакций, особенно боковых, доходящих при больших углах складывания до предельных величин, ограничиваемых сцеплением колес с опорной поверхностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов, Г.А. Теория движения колесных машин/ Г.А. Смирнов. – М.: Машиностроение, 1981. – С. 267.
2. Гячев, Л.В. Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов/ Л.В. Гячев. – М.: Машиностроение, 1981. – С. 206.

КОМПЕНСАЦИЯ БОКОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ КОРПУСА ПЛУГА

В.Я. Тимошенко, канд.техн.наук, доцент, А.В. Новиков, канд.техн.наук, доцент,
О.В. Ляхович, магистрант, С.И. Юч, студент (УО БГАТУ); О.Ф. Смолякова, канд.пед.наук,
доцент (УО МГПУ им. И.П. Шамякина)

Аннотация

В статье аналитическим путем доказывается возможность снижения энергозатрат на вспашку за счёт уменьшения силы трения полевой доски корпуса плуга о стенку борозды, и предлагаются технические решения проблемы.

Введение

Совершенствование земледельческих орудий человечеству давалось нелегко и велось очень медленно. От палки-копалки к мотыге, от мотыги к сохе и от сохи к плугу. После изобретения римлянами в I в н.э. отвального плуга с ножом-резцом и колесным передком он постоянно совершенствуется на протяжении двух тысячелетий. В результате, в настоящее время используются плуги, обеспечивающие гладкую пахоту без свальных гребней и развальных борозд, удовлетворяющие самым строгим агротехническим требованиям. Однако до сих пор применение плуга требует значительных затрат энергии. В сравнении с другими почвообрабатывающими машинами плуги, при прочих равных условиях, имеют тяговое сопротивление в 2 и более раз выше. При вспашке современными плугами происходит такая деформация почвы и оборот пласта, которые практически обеспечивают подготовку почвы к посеву.

Попытка французского ученого Грандвуале в 1855 г. создать теорию отвала на основе минимума энергетических затрат на вспашку без учета главного показателя – качества вспашки не имела успеха.

Основная часть

Одним из конструктивных отличий рабочего органа плуга – его корпуса от рабочих органов других почвообрабатывающих орудий является несимметричность. Как того и требует земледелие, корпус плуга рыхлит, крошит, оборачивает пласт, вспушивает почву и уменьшает ее плотность. Однако при этом часть энергии затрачивается непроизводительно, причем ее доля неоправданно велика – до 70%.

В общем сопротивлении плуга на долю отвала и лемеха приходится 75...80%, причем на лемех – 50...60%. Энергия, непосредственно затрачиваемая на выполнение процесса вспашки, распределяется следующим образом: на деформацию почвы – 16%, подъем и перемещение почвенного пласта – 12%, резание почвы – 12% и на преодоление сил трения – 60% [1]. Первые три вида работы относятся к полез-

ной, преодоление сил трения – технологически бесполезная работа, превышающая по объему полезную. Как раз здесь и следует искать возможности для снижения энергозатрат.

Преодоление сил трения рабочих органов о почву – явление неизбежное, которое всегда сопутствует почвообработке. Возможность снижения этой технологически бесполезной работы состоит в снижении коэффициента трения материала рабочих поверхностей о почву и нормальных усилий к этим поверхностям. Известны исследования в этом направлении. Так, в 1936 г. на тракторном плуге «Оливер-99» за счет применения воды для водной смазки отвальной поверхности удалось снизить тяговое сопротивление на 25...40% при расходе воды 200...400 л/га. Такие плуги широко применялись во Франции. Однако сдерживающим фактором является большая потребность в воде.

Известно применение электросмазки, основанной на явлении электроосмоса, которое было открыто в 1807 г. русским ученым Ф.Ф. Рейсом. Сущность этого явления состоит в том, что если приложить к почвенному слою электрическое поле, то капиллярная влага начинает двигаться к отрицательному полюсу.

Для снижения тягового сопротивления плугов и других почвообрабатывающих машин эффективно применение вибрации рабочих органов.

Однако названные методы снижения тягового сопротивления не дошли до широкого производственного применения.

У корпуса плуга, как у несимметричного рабочего органа, основной составляющей сил трения является сила трения R_4 полевой доски о стенку борозды (рис.1). Эта сила возникает в результате стабилизации движения корпуса, то есть восприятия боковой составляющей его тягового сопротивления полевой доской и составляет 25...30% [2] от общего тягового сопротивления корпуса плуга.

Переход от прицепных плугов к навесным исключил необходимость в бороздовом колесе, которое главным образом воспринимало боковую составляющую сопротивления, и стабилизация движения плуга стала обеспечиваться не бороздовым колесом и по-

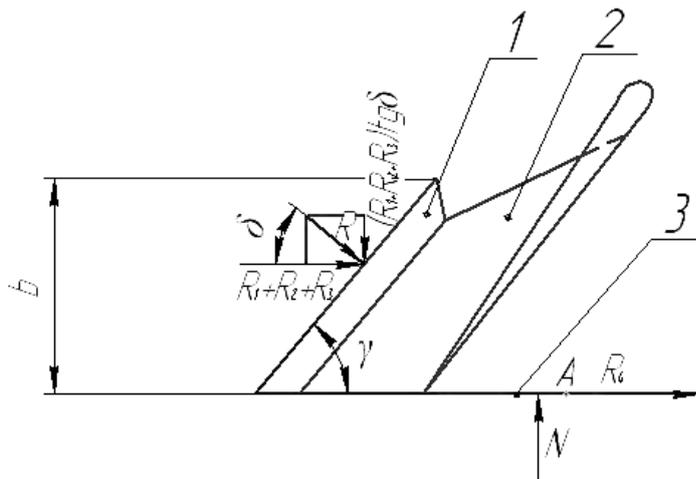


Рисунок 1. Схема сил, действующих на корпус обычного плуга: 1 – лемех; 2 – отвал; 3 – полевая доска; b – ширина захвата корпуса

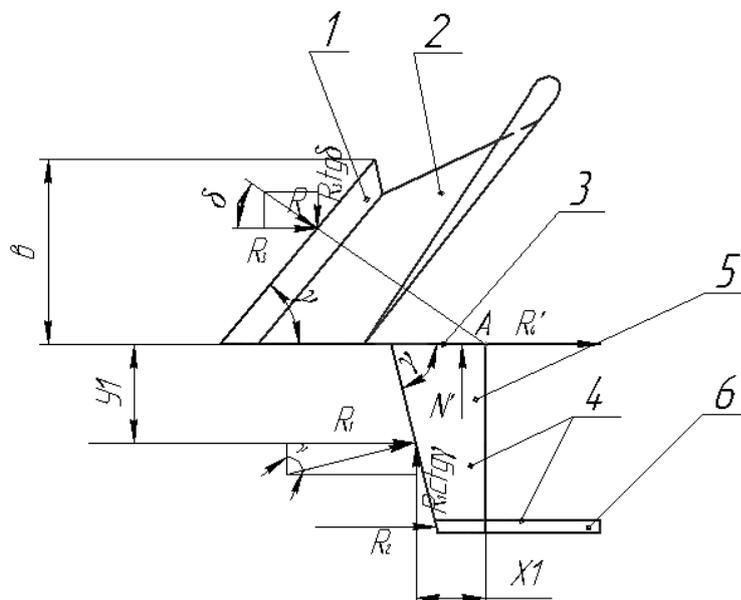


Рисунок 2. Схема сил, действующих на корпус предлагаемого плуга: 1 – лемех; 2 – отвал; 3 – полевая доска; 4 – комбинированный нож, состоящий из горизонтального 5 и вертикального 6 (типа «акулий плавник») ножей; b – ширина захвата корпуса

левыми досками, а только полевыми досками. В результате этого, площадь их увеличилась в несколько раз, и значительно возросло удельное сопротивление навесных плугов.

По мнению авторов, наиболее приемлемым путем снижения работы сил трения полевых досок о стенку борозды является образование сил сопротивления на корпусе плуга с противоположной стороны рабочей лемешно-отвальной поверхности. Причём силы эти должны быть технологически полезными. Ими могут быть силы сопротивления подрезания пласта горизонтальным ножом и силы отрезания пласта от массива в

вертикальной плоскости, например, ножом типа «акулий плавник».

Конструктивно это выполнимо установкой на корпусе плуга с обратной стороны его рабочей лемешно-отвальной поверхности комбинированного ножа (рис.2). Этот нож будет производить отделение пласта от массива, который поднимается и оборачивается следующим за ним корпусом. При этом он должен быть наклонен под углом α к горизонтальной поверхности, и иметь угол заточки β (рис. 3). Наличие этих углов обеспечит заглубление корпуса, оснащенного комбинированным ножом, а заточка ножа «акулий плавник» под углом θ (рис.3 сечение А-А) со стороны стенки борозды следующего корпуса позволит увеличить стабилизирующий корпус момент.

Для определения степени компенсации боковой составляющей сопротивления корпуса установкой горизонтального и вертикального ножей с обратной стороны рабочей лемешно-отвальной поверхности корпуса рассмотрим отдельно равновесие обычного и предлагаемого корпусов под действием сил сопротивления (рис.1, 2).

Основными составляющими сопротивления корпуса обычного плуга (рис. 1) являются сопротивление отрезания пласта от массива, сопротивление подъема пласта и деформации, оборота и отбрасывания в сторону, а также сопротивление трения полевой доски о стенку борозды. Следовательно, тяговое сопротивление корпуса можно приблизительно представить так

$$R_{кор} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4,$$

где R_1, R_2, R_3 – горизонтальные составляющие, соответственно, сил сопротивления отрезания пласта почвы лемехом, полевым обрезом корпуса плуга в вертикальной плоскости и подъема пласта, его деформации и отбрасывания в сторону. При этом можно предположить, что результирующие этих сил направлены под одинаковым углом δ , то есть их результирующая сила R равна сумме названных сил сопротивления:

R_4 – сопротивление трения полевой доски о стенку борозды.

Силу R_4 можно определить как

$$R_4 = Nf,$$

где N – нормальная реакция сил сопротивления корпуса плуга на полевую доску;

f – коэффициент трения полевой доски о стенку борозды.

Из рис. 1 следует, что $N = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot \text{tg } \delta$

Следовательно

$$R_4 = f(R_1 + R_2 + R_3) \cdot \text{tg } \delta$$

Тогда

$$R_{кор} = R_1 + R_2 + R_3 + f(R_1 + R_2 + R_3) \cdot tg\delta = (1 + f \cdot tg\delta)(R_1 + R_2 + R_3). \quad (1)$$

Определим величину тягового сопротивления корпуса плуга (рис.2), снабжённого комбинированным ножом (горизонтальным 5 и вертикальным 6), предназначенного для подрезания, соответственно, пласта почвы в горизонтальной и вертикальной плоскости. В этом случае тяговое сопротивление корпуса приближенно можно представить как

$$R'_{кор} = R_1 + R_2 + R_3 + R'_4,$$

где $R'_4 = N'f$ - сопротивление трения полевой доски о стенку борозды;

N' - нормальная реакция сил сопротивления корпуса плуга на полевую доску.

Из рис. 2 следует, что

$$N' = R_3tg\delta - R_1ctg\gamma.$$

Тогда

$$R'_4 = f(R_3tg\delta - R_1ctg\gamma);$$

$$R'_{кор} = R_1 + R_2 + R_3 + f(R_3tg\delta - R_1ctg\gamma), \quad (2)$$

где γ - угол между лезвием лемеха и направлением движения корпуса.

Из сравнения выражений (1) и (2) видно, что тяговое сопротивление корпуса плуга с комбинированным ножом, который осуществляет только подъём пласта, его деформацию, оборот и отбрасывание в

сторону уменьшается за счёт снижения силы трения полевой доски на величину ΔR_4 равную

$$\begin{aligned} \Delta R_4 &= R_4 - R'_4 = f(R_1 + R_2 + R_3) \cdot tg\delta - \\ &- f(R_3tg\delta - R_1ctg\gamma) = \\ &= fR_1tg\delta + fR_2tg\delta + fR_3tg\delta + fR_1ctg\gamma = \\ &= fR_1(tg\delta + ctg\gamma) + fR_2tg\delta. \end{aligned}$$

Так как корпуса используемых плугов являются несимметричными рабочими органами, то у них всегда в горизонтальной плоскости действует разворачивающий момент, стремящийся повернуть корпус и прижать его полевой доской к стенке борозды.

У предлагаемого корпуса плуга за счёт установки горизонтального и вертикального ножей (рис. 2) с обратной стороны рабочей лемешно-отвальной поверхности всегда будут действовать реактивный момент, частично или полностью компенсирующий указанный выше разворачивающий момент. Его значение может быть определено как

$$M_p = R_1y_1 \cdot x_1R_1ctg\gamma + R_2b,$$

где x_1, y_1 - плечи действия сил.

Заключение

Установка комбинированного ножа (горизонтального и вертикального) с обратной стороны рабочей лемешно-отвальной поверхности корпуса позволяет снизить его тяговое сопротивление за счёт уменьшения силы трения полевой доски о стенку борозды.

У предлагаемой конструкции плужного корпуса всегда имеется реактивный момент в горизонтальной плоскости, компенсирующий разворачивающий момент.

Перенос сопротивлений отделения пласта от массива на обратную сторону лемешно-отвальной поверхности позволит значительно снизить бесполезную составляющую тягового сопротивления корпуса - силу трения полевой доски о стенку борозды и в конечном счете снизить энергетические затраты на вспашку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безрукий, А.П. От серпа до комбайна / А.П. Безрукий, Н.К. Макеев. - Минск: Ураджай, 1984. - С. 189-190.
2. Плуг: пат. 4420 Респ. Беларусь, МПК А01В15/00/ В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Н.Г. Серебрякова; заявитель Бел. гос. агр.-техн. ун-т. - № u20070795; заявл. 14.11.2007; опубли. // Афіцыйны бюл./Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2008. -№3. - С.179

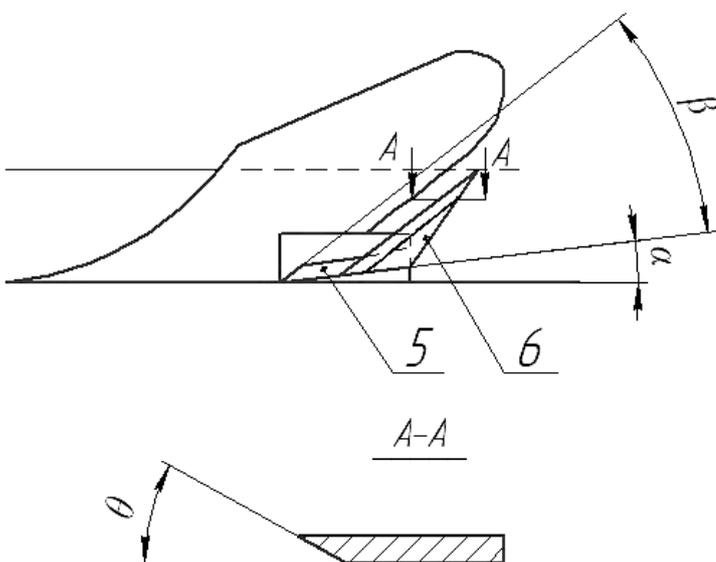


Рисунок 3. Корпус плуга с комбинированным ножом (вид сбоку): α - угол наклона горизонтального ножа 5 к поверхности поля; β - угол заточки горизонтального ножа; θ - угол заточки вертикального ножа 6 типа «акулый плавник»

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЯ НА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОМ ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОМ СТЕНДЕ

Д.А. Жданко, аспирант (УО БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы экономической целесообразности обкатки отремонтированного двигателя на электрогидравлическом стенде в сравнении с типовым.

Введение

Важной завершающей операцией при капитальном ремонте двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является обкатка, в процессе выполнения которой происходит приработка взаимно трущихся поверхностей деталей, выявляются и устраняются дефекты, производится регулировка двигателя, и снимаются его основные характеристики в соответствии с техническими условиями. Обкатка и испытания оказывают значительное влияние на качество и долговечность ДВС.

В настоящее время на ремонтных заводах Республики Беларусь для обкатки ДВС используются дорогостоящие стенды.

В 2007 году Белорусский государственный аграрный технический университет и ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» заключили договор о сотрудничестве. Целью договора является проведение совместных научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, изготовление и испытания экспериментального образца электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда.

Результаты исследований, проведенных в БГАТУ по обоснованию компоновочной схемы, параметров и режимов работы обкаточно-тормозного стенда, были переданы ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» для разработки конструкторско-технологической документации.

В 2009 году на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ был изготовлен экспериментальный образец электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда с использованием в качестве тормозного устройства регулируемого аксиально-плунжерного насоса и дросселя постоянного сечения. Краткая техническая характеристика стенда приведена в табл. 1.

В мае 2009 года экспериментальный образец электрогидравлического стенда был представлен ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» для прохождения заводских испытаний. Испытания проводились на участке обкатки двигателей завода. На стенде обкатывали двигатели Д-240Л №043.

В результате испытаний установлено:

- экспериментальный электрогидравлический обкаточно-тормозной стенд позволяет производить обкатку двигателей на всех режимах;
- необходимо доработать систему электропривода стенда.

Комиссия в составе представителей ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» и БГАТУ постановила:

1. БГАТУ – произвести необходимые расчеты и обосновать параметры электрического привода системы запуска двигателя.
2. ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» – изготовить опытный образец электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда.

Таблица 1. Краткая техническая характеристика электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда

Мощность электрического двигателя для холодной обкатки, кВт, до	18
Тип тормозного устройства	гидравлический
Мощность торможения, кВт, до	120
Диапазон регулирования частоты вращения вала электродвигателя, мин ⁻¹	100 – 1500
Диапазон частоты вращения вала гидравлического тормоза (при горячей обкатке), мин ⁻¹	1000 – 2900
Диапазон измерения частоты вращения, мин ⁻¹ – магнитоиндукционным тахометром – электронным тахометром	до 3000 до 9999
Рекуперация механической тормозной энергии	в тепловую
Устройство рекуперации	Кожухотрубчатый теплообменник
Диапазон измерения давления масла, МПа	0 – 40
Диапазон измерения температуры масла, °С	0 -150
Масса стенда, кг	630
Занимаемая площадь, м ² , не более	4,5

Основная часть

Экономическая эффективность рассчитывается в соответствии с методикой определения экономической эффективности новых машин [1, 2] с использованием нормативно-справочных материалов и действующих тарифных ставок оплаты труда.

В основу расчета положены материалы заводских испытаний электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда и калькуляция себестоимости ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» на обкатку двигателя Д-240 на стенде КИ-5543 (табл. 2).

Таблица 2. Калькуляция себестоимости на обкатку двигателя Д-240

Статьи затрат	Сумма, руб. за 1 шт.	%
1. Сырье и материалы	51603	58,8
2. Транспортно-заготовительные расходы	449	0,5
3. Зарплата основная производственных рабочих	9380	10,7
в т.ч. зарплата сдельная	3461	3,9
4. Зарплата дополнительная производственных рабочих	478	0,5
5. Отчисления в фонд социальной защиты	3352	3,8
6. Страхование от несчастных случаев	195	0,2
7. Амортизационные отчисления	1360	1,5
8. Затраты на электроэнергию	5313	6,1
9. Накладные расходы	15383	17,5
Итого: производственная себестоимость	87514	99,8
10. Отчисления в инновационный фонд	219	0,2
Итого: полная себестоимость	87732	100

В качестве базы для сравнения выбран электрический стенд КИ-5543, используемый ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» для обкатки двигателя. Технические характеристики стендов приведены в табл. 3.

Таблица 3. Технические характеристики обкаточно-тормозных стендов

Показатели	Ед. изм.	Варианты	
		базовый	экспериментальный
Марка стенда	-	КИ-5543	Электрогидравлический
Обслуживающий персонал	чел.	1	1
Тормозная мощность	кВт	125	120
Мощность электро-двигателя	кВт	55	18
Занимаемая площадь	м ²	20	3
Масса	кг	1800	630
Стоимость	млн.руб	57,570891	83,6

Стоимость электрогидравлического стенда (включая затраты на монтаж и теплообменник) рассчитана по параметрическому методу [3] – стоимость 1 кг массы ближайшего аналога – гидравлического обкаточно-тормозного стенда КИ-28249 [4].

Стоимость стенда КИ-28249 составляет 115 млн. руб. при массе стенда 950 кг.

Экономическая эффективность определяется для обкатки двигателей Д-240.

Производственная себестоимость обкатки двигателя определяется по выражению:

$$C_{пр} = C_m + C_э + C_a + C_з + C_{тз} + C_{накл} - C_y, \quad (1)$$

где C_m – затраты на все виды материалов, расходуемых при обкатке ДВС, руб;

$C_э$ – затраты на электроэнергию, руб;

C_a – амортизационные отчисления, руб;

$C_з$ – отчисления на заработную плату, руб;

$C_{тз}$ – транспортно-заготовительные расходы, руб;

$C_{накл}$ – накладные расходы, руб;

C_y – стоимость утилизированной тепловой энергии, руб.

Затраты на все виды материалов, расходуемых при обкатке ДВС, включают расходы на топливо, смазку и прочие материалы. Так как расход топлива и масла при обкатке двигателя одинаков для всех сравниваемых стендов, то затраты на них принимаются из калькуляции

себестоимости ОАО «Гомельский мотороремонтный завод» и составляют 51603 руб. Однако для электрогидравлического стенда необходимо учесть стоимость рабочей жидкости, т.е. масла марки МГЕ-46.

Стоимость одного литра масла МГЕ-46 составляет 2400 руб. Срок эксплуатации масла 2500 часов, а продолжительность обкатки под нагрузкой одного двигателя Д-240 – 0,5 ч. Следовательно, рабочая жидкость в электрогидравлическом стенде подлежит замене после обкатки 5000 двигателей. Потребное количество масла для электрогидравлического стенда составляет 60 л.

$$C_{M_э} = C_{M_б} + \frac{V_э \cdot C_{мзе}}{O}, \quad (2)$$

где $C_{M_э}$ – затраты на все

виды материалов, расходуемых при обкатке в базовом варианте, руб;

$V_э$ – объем маслобака электрогидравлического стенда, л;

$C_{мзе}$ – цена одного литра масла МГЕ-46, руб;

O – количество обкатанных двигателей в течение срока эксплуатации масла, шт.

$$C_{M_3} = 51603 + \frac{60 \cdot 2400}{5000} = 51631,8 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_3 = \left(\sum_{i=1}^n N_{эл i} T_i \right) \cdot C_3, \quad (3)$$

где $N_{эл i}$ – мощность электродвигателя на i -ой ступени обкатки, кВт;

T_i – продолжительность обкатки двигателя на i -ой ступени обкатки, ч;

C_3 – стоимость 1 кВт·ч электрической энергии.

$$C_3 = 193,2 \text{ руб/кВт·ч.}$$

$$C_{3_3} = (10,8 + 13,5 + 16,2) \cdot 0,167 \cdot 193,2 = 1306,7 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления определяются:

$$C_a = \frac{B_{cm} \cdot a}{D \cdot 100}, \quad (4)$$

где B_{cm} – стоимость станда, руб;

a – коэффициент отчислений на амортизацию техники. $a = 7,14\%$;

D – число отремонтированных за год двигателей Д-240, шт.

$$C_{a_3} = \frac{83600000 \cdot 7,14}{215 \cdot 100} = 27763 \text{ руб.}$$

Отчисления на заработную плату определяют:

$$C_3 = C_{осн} + C_{дон} + C_{соц} + C_{стр}, \quad (5)$$

где $C_{осн}$ – зарплата основная производственных рабочих, руб;

$C_{дон}$ – зарплата дополнительная производственных рабочих, руб;

$C_{соц}$ – отчисления в фонд социальной защиты, руб;

$$C_{соц} = 0,34 \cdot (C_{осн} + C_{дон}), \quad (6)$$

где $C_{стр}$ – страхование от несчастных случаев, руб.

$$C_{соц} = 0,0198 \cdot (C_{осн} + C_{дон}). \quad (7)$$

Так как продолжительность обкатки двигателя, количество обслуживающего персонала, тарифная ставка и разряд рабочего для всех стандов одинаковы, то затраты на заработную плату со всеми отчислениями принимали одинаковыми для всех сравниваемых вариантов из калькуляции мотороремонтного завода.

$$C_{M_6} = C_{M_3} = 13405 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные и накладные расходы одинаковы для всех вариантов и составляют (по калькуляции) 449 руб. и 15383 руб. соответственно.

В структуре затрат следует учесть стоимость горячей воды, полученной путем утилизации тепловой энергии при горячей обкатке под нагрузкой двигателя на электрогидравлическом стенде.

Исходя из технических условий на обкатку двигателя, определяли отводимый тепловой поток при обкатке двигателя на каждой ступени нагрузки:

$$N_{им.а.} = N_{им.м.} \cdot \eta_0 \cdot t_{об}, \quad (8)$$

где $N_{им.м.}$ – тормозная мощность на i -ой ступени обкатки, кВт;

$t_{об}$ – продолжительность обкатки на i -ой ступени;

η_0 – объемный КПД насоса.

Для двигателя Д-240 количество отводимой тепловой энергии равно

$$N_{1м.а.} = 7,2 \text{ МДж};$$

$$N_{2м.а.} = 6,48 \text{ МДж};$$

$$N_{3м.а.} = 10,8 \text{ МДж};$$

$$N_{4м.а.} = 28,8 \text{ МДж}.$$

Потребное количество охлаждающей воды для отвода тепла определяли по формуле:

$$Q_6 = \frac{N_{т.а.}}{c_6 \rho_6 (T_{6.а.} - T_{6.о.})}, \quad (9)$$

где Q_6 – объемный расход охлаждающей жидкости через теплообменник, м³;

c_6 – удельная теплоемкость охлаждающей среды, Дж/(кг·°С);

ρ_6 – плотность охлаждающей среды, кг/м³;

$T_{6.а.}$ и $T_{6.о.}$ – температура охлаждающей среды на выходе и входе теплообменника, °С.

$$Q_{16} = 0,038 \text{ м}^3;$$

$$Q_{26} = 0,034 \text{ м}^3;$$

$$Q_{36} = 0,057 \text{ м}^3;$$

$$Q_{46} = 0,153 \text{ м}^3.$$

Общее количество нагретой до 55 °С воды при обкатке одного двигателя составляет:

$$Q_{общ.6} = 0,282 \text{ м}^3.$$

По данным ОАО «Гомельский мотороремонтный завод», стоимость опущенной 1 Гкал составляет 104902 руб., при этом на подогрев 10 м³ воды потребляется 8 Гкал.

Исходя из вышеперечисленного, затраты на утилизацию энергии составят:

$$C_y = Q_{\text{общ.в}} \cdot C_{\text{н.в.}} \quad (10)$$

где $C_{\text{н.в.}}$ – затраты на подогрев 1 м³ воды, руб.

$$C_y = 0,282 \cdot 83921,6 = 23665,9 \text{ руб.}$$

Производственная себестоимость обкатки одного двигателя Д-240 для рассматриваемого варианта равна

$$C_{\text{пр.э}} = 51631,8 + 1306,7 + 27763 + 13405 +$$

$$+449 + 15383 - 23665,9 = 86272,6 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость включает отчисления в инновационный фонд в размере 0,25% производственной себестоимости.

$$C = 1,0025 \cdot C_{\text{пр.э}}$$

$$C_y = 1,0025 \cdot 86272,6 = 86488 \text{ руб.}$$

Годовая экономия эксплуатационных затрат определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{из}} = (C_{\text{с}} - C_{\text{н}}) \cdot D \quad (11)$$

$$\mathcal{E}_{\text{из}} = (87732 - 86488) \cdot 215 = 266691 \text{ руб.}$$

Годовой доход рассчитывается по формуле:

$$D_z = \mathcal{E}_{\text{из}} + (C_{a_3} \cdot D - C_{a_5} \cdot D) \quad (12)$$

$$D_z = 266691 + (27763 \cdot 215 - 1360 \cdot 215) = 5943331 \text{ руб.}$$

В условиях рыночной экономики критерием эффективности инвестиций проекта является чистый дисконтированный доход, а также срок возврата капиталовложений.

Чистый дисконтированный доход определяется по выражению:

$$\text{ЧДД} = D_z \cdot \alpha - K \quad (13)$$

где α_T – коэффициент приведения к началу периода по времени, определяемый по формуле:

$$\alpha_T = \frac{(1 + E)^T - 1}{E(1 + E)^T} \quad (14)$$

K – капиталовложения, руб;

E – базовая процентная ставка;

K – число лет получения дохода.

$$T = \frac{100}{a} = \frac{100}{7,14} = 14 \text{ лет.}$$

$$\alpha_T = \frac{(1 + 0,1)^{14} - 1}{0,1(1 + 0,1)^{14}} = 7,37;$$

$$\text{ЧДД} = 5943331 \cdot 7,37 - 26029109 =$$

$$= 17773240 \text{ руб.}$$

Срок возврата капитала (T_g), вложенного в производство, определяется в два приема:

1. Рассчитывается коэффициент возврата капиталовложений (P_g):

$$P_g = \frac{D_z}{K} - E \quad (15)$$

$$P_g = \frac{5943331}{26029109} - 0,1 = 0,13.$$

2. Срок возврата капитала определяется по формуле:

$$T_g = \frac{(1 + E / P_g)}{(1 + E)} \quad (16)$$

$$T_g = \frac{(1 + 0,1 / 0,13)}{(1 + 0,1)} = 1,6 \text{ года.}$$

Проект капиталовложений целесообразен, так как $T_g = 1,6 < 14 = T$ и инвестор вернет за 1,6 года вложенный капитал.

Вывод

Так как станды, применяемые на ОАО «Гомельский мотороремонтный завод», уже физически и морально устарели и требуют замены, то разработка, создание и использование электрогидравлических стандов при годовой программе ремонта двигателей Д-240 – 215 штук в год позволит получить чистый дисконтированный доход 17,77 млн.руб. При этом предприятие окупит инвестиции в течение 1,6 года.

Следует учесть тот факт, что все обкаточно-тормозные станды, используемые в нашей республике, являются импортной продукцией. И создание собственного электрогидравлического обкаточно-тормозного станда за счет наличия дешевой элементной базы позволит сократить импорт, в короткие сроки оснастить ремонтные предприятия дешевыми стандами, а также позволит создать дополнительные рабочие места.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки: ГОСТ Р 53056-2008. – М.: Стандартинформ, 2009.

2. Ширшова, В.В. Методические указания к экономическому обоснованию дипломных проектов для студентов специальности: С 03.02 «Электрификация сельского хозяйства»/ В.В. Ширшова. – Минск: БГАТУ, 1994. – 59 с.

3. Ленский, А.В. Определение цены новых машин по удельным показателям/ А.В. Ленский, Е.Г. Родов. – Минск: РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси», 2005. – Вып.139. – С. 9-16.

4. Российский Интернет-портал [Электронный ресурс] / Сайт ГОСНИТИ – Режим доступа: <http://www.gosniti.ru>. – Дата доступа: 12.05.2009

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор, Л.С. Шабека, докт. педагог. наук, профессор,
А.Н. Макар, аспирантка (УО БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены особенности подготовки специалистов по охране труда для агропромышленного комплекса Республики Беларусь, формирования их профессионализма. Сформулированы принципы организации интегрированной системы обучения.

Введение

В соответствии с требованиями Директивы №1 Президента Республики Беларусь «О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины» важнейшей задачей в сфере агропроизводства является создание здоровых и безопасных условий труда, предупреждение травматизма на производстве, аварийности на транспорте и пожаров, укрепление производственной дисциплины [1].

Анализ состояния охраны труда на объектах агропромышленного комплекса (АПК) показывает, что в последнее время увеличились случаи травматизма со смертельным исходом и увечья работников. Более 50 процентов несчастных случаев с тяжелыми последствиями на объектах агропромышленного комплекса вызваны недостатками в обучении работников безопасным приемам труда, невыполнением требований по организации и управлению производственной безопасностью на рабочих местах. Одной из причин такого состояния является низкий уровень подготовки специалистов по охране труда (высшее образование из них имеют 55-60 процентов) и высокая их текучесть во всех без исключения организациях АПК [1]. Поэтому в сложившейся ситуации необходимо воздействовать не только на структуру деятельности агропромышленного комплекса, внедряя прогрессивные решения по вопросам безопасности труда, но и влиять на сознание работников посредством повышения их образования в области охраны труда, профессионализма и компетентности.

Основная часть

Внедрение новой техники и технологий на предприятиях агропромышленного комплекса требует от специалиста соответствующей технической культуры, производственной дисциплины, а также способности быстро и правильно принимать адекватные решения в нестандартных ситуациях. Производственная среда имеет две характерные особенности: высокую

концентрацию потенциально опасных объектов и приближение параметров среды к верхней границе переносимой человеком нагрузки в условиях повышенной физической и психоэмоциональной деятельности. Работник АПК должен иметь не только прочные теоретические знания, но и практические навыки, обладать волевыми качествами, креативностью мышления, способностью действовать в нестандартных ситуациях. При этом многие практические действия, предпринимаемые в области охраны труда, свидетельствуют о косвенном признании специалистами того факта, что «стохастические эффекты повреждения здоровья» работников, сопровождающие профессиональную деятельность, обуславливают скрытый ущерб их здоровью. Доказательством тому является развитая система льгот и компенсаций за работу во вредных и опасных условиях труда.

Объектом профессиональной деятельности работников АПК, с одной стороны, должен быть человек, с другой – система управления безопасностью труда, включающая опасности в производственной деятельности и чрезвычайные ситуации. Поэтому специалисты по охране труда обязаны быстро адаптироваться к технологическим изменениям производства, уметь анализировать окружающую среду и учитывать ее различные факторы для принятия оптимальных решений в достижении поставленных целей и решения задач, а это возможно, если в процессе обучения у них были сформированы необходимые профессиональные компетенции [2].

Анализ исследований в области развития профессионализма специалистов по охране труда показывает [3,4], что еще недостаточно изучены принципы отбора и содержания технологий специализированного обучения, не обоснованы педагогические условия повышения уровня профессиональной подготовки специалистов, требует уточнения практико-ориентированная модель их профессиональной идентичности с учетом современных социально-экономических, экологических и производственных условий.

Профессионализм любого специалиста следует рассматривать как интегрированный показатель его лично-деятельностной сущности, выделяя при этом три составляющих компонента:

– знания как основание, базис профессионализма в целом, характеризующий его личностную и деятельностную сущность;

– общение как умение и готовность использовать знания в условиях принятия решений или анализа ситуации;

– самосовершенствование как стратегическое умение в профессиональном становлении и развитии, которое достигается посредством самообразования, а также в процессе общения с коллегами, и проявляется, как умение видеть достоинства и оперативно устранять недостатки собственной деятельности через самообразование и саморазвитие.

В свою очередь, эффективность формирования профессионализма специалиста по охране труда возможна при реализации следующих уровней подготовки [4]:

– усвоения основных знаний, требований профессии к человеку, осознания своих возможностей;

– осознания дальней и ближней профессиональных целей, стремления понять свое дело, овладеть им в полном объеме;

– практической реализации выбранных профессиональных целей, осознанного их выполнения, формирования своего индивидуального стиля деятельности;

– профессионального совершенствования, стремления передавать свой опыт другим.

Системообразующим фактором целостности практико-ориентированной подготовки такого специалиста должна стать интеграция обучения на межпредметном уровне (связь между предметами одного цикла, например, общепрофессиональных и специальных дисциплин) и транспредметном (между циклами дисциплин, например, общепрофессиональных и специальных дисциплин с естественнонаучными), а содержанием образования – государственный образовательный стандарт, например, специальности «Управление охраной труда в сельском хозяйстве» [5]. Такой подход обеспечивает формирование у студентов более полного представления о будущей деятельности, переход к модульному построению учебных программ, более широкому использованию в обучении имитационных моделей, межпредметных связей и предусматривает интеграцию дисциплин одного направления, в нашем случае – «Безопасность жизнедеятельности», в единый учебный план.

Изучение специальных дисциплин в процессе подготовки агроинженера должно быть неразрывно связано с обучением навыкам безопасности и гигиены труда, осуществляться при изучении всех стадий сельскохозяйственного производства, а именно [6]:

– проектировании и комплектовании производственных технологических линий животноводческих предприятий;

– проектировании технологического оборудования по механизации трудоемких процессов;

– эксплуатации сельскохозяйственной техники;

– ознакомлении и приобретении практических навыков в управлении тракторами, автомобилями, самоходными шасси, комбайнами и другими машинно-тракторными агрегатами;

– выполнении регулировки и настройки механизмов и систем тракторов, мобильных энергетических средств, автомобилей для обеспечения работы с наибольшей производительностью и экономичностью;

– проведении испытаний двигателей, тракторов и автомобилей;

– организации и руководстве монтажными и пусконаладочными работами;

– выявлении и устранении неисправностей сельскохозяйственных машин при выполнении технологических процессов;

– осуществлении производственных и технологических процессов ремонта сельскохозяйственной техники, восстановления изношенных деталей;

– техническом обслуживании и диагностике, разборке, сборке и регулировке сельскохозяйственных машин, ремонте основных соединений и узлов, применении пневматических и электрических инструментов, грузоподъемных средств, универсального мерительного инструмента, используемого при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники;

– получении практических навыков по выполнению слесарных, станочных (токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных), сварочных, кузнечно-термических работ;

– решении вопросов повышения технической готовности сельскохозяйственной техники, ее эффективного использования, обеспечения сохранности, сокращения затрат средств на поддержание в работоспособном и исправном состоянии;

– осуществлении технологических процессов переработки растительного и животного сырья и осуществлении производственной эксплуатации электро- и теплоэнергетического оборудования, систем автоматизации на объектах АПК;

– техническом обслуживании и ремонте электрифицированных и автоматизированных установок в производственных процессах и решении задач по обеспечению социально-экономической эффективности совершенствования охраны труда, экономической стабильности и организационного развития сельскохозяйственных предприятий с учетом создания здоровых и безопасных условий труда.

За основу разработки интегрированной системы обучения по охране труда в Белорусском государственном аграрном техническом университете принята теория непрерывной подготовки [7] со смещением существующего акцента образовательной технологии с логико-знаковых форм передачи информации на ассоциативные. При этом непрерывность обучения

охране труда носит многоуровневый характер и проводится на всех стадиях образовательного процесса:

– при изучении дисциплины «Охрана труда», а также специальных дисциплин и дисциплин специализаций;

– подготовке студентов к проведению учебных и производственных практик, производственных работ, в том числе в составе студенческих отрядов и сельскохозяйственных бригад;

– выполнении курсовых работ и проектов, подготовке к сдаче государственного экзамена по специальности;

– написании раздела дипломного проекта «Безопасность жизнедеятельности» и защите дипломного проекта в Государственной квалификационной комиссии.

Все это позволяет раскрыть сущность управления безопасностью труда, разрабатывать практические методы воздействия на поведение людей, состояние трудовой дисциплины как основного фактора, определяющего уровень их индивидуальной защищенности и коллективной производственной безопасности.

Выводы

1. Для совершенствования подготовки специалистов по охране труда для агропромышленного комплекса необходимо проводить тщательный анализ производственной среды и, с учетом полученных данных, обновлять содержание профессионального образования.

2. Практико-ориентированная модель подготовки специалистов по охране труда предусматривает развитие их профессионализма в системе интегрированного обучения (на межпредметном и транспредметном уровнях), содержательную сторону которого

представляет государственный образовательный стандарт, а за основу взята теория непрерывной подготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление коллегии Минсельхозпрода РБ №67 от 30 октября 2008 г./ Белорусская нива, 2008. – № 210.

2. Шабека, Л.С. Направленность учащихся на профессиональную деятельность в агропромышленном комплексе / Л.С. Шабека, Г.А. Галенюк // Прафесійная арыентацыя, 2009. – №2. – С. 49-50.

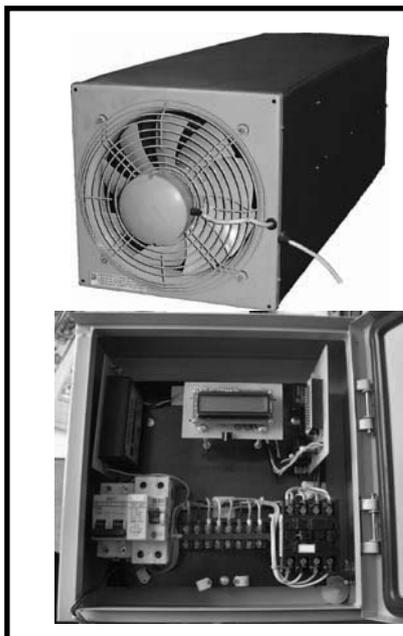
3. Педагогическая система преподавания общетехнических дисциплин: монография/ Г.Н. Стайнов. – М.: Педагогика-Пресс, 2002. – 200 с.

4. Вавилова, Л.Н. Педагогическая технология повышения эффективности обучения специалистов по охране труда / Л.Н. Вавилова // Геоинформационные технологии в решении региональных проблем: сб. науч. тр. Всероссийск. науч.-практ. конф. – Тула, 2002. – С. 71-72.

5. Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность: 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве: ОСРБ 1-74 06 07-2007. – Мн.: Минобр, 2007. – 35 с.

6. Положение о непрерывном обучении охране труда студентов БГАТУ. – Минск: БГАТУ, 208. – 8 с.

7. Мисун, Л.В. К вопросу системного непрерывного образования студентов ВУЗа по охране труда / Л.В. Мисун // Современные проблемы образования и воспитания в сельскохозяйственных учебных заведениях: материалы Междун. научн.-практ. конф. – Горки: БГСХА, 2000. – С. 47-48.



Автоматизированная микропроцессорная система очистки воздуха от микрофлоры на предприятиях АПК

НАЗНАЧЕНИЕ

Автоматизированная микропроцессорная система предназначена для очистки и обеззараживания воздуха от микрофлоры в помещениях, к которым предъявляются повышенные требования по предельному уровню содержания бактерий, вирусов плесени, грибов и других вредных микроорганизмов. В состав входят: вентиляционная установка с источником ультрафиолетового излучения и микропроцессорный блок управления.

**ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ
«АГРОПАНОРАМА» В 2009 ГОДУ**

№ 1/2009

И.Н. ШИЛО, В.А. АГЕЙЧИК, Н.Н. РОМАНИЮК, М.В. АГЕЙЧИК	К вопросу создания противоэрозионного плуга для гладкой пахоты
И.С. КРУК, М.И. НАЗАРОВА, Ю.В. ЧИГАРЕВ, И.С. НАЗАРОВ	Устройство для поверхностной обработки почвенного пласта к плугу для гладкой вспашки
Л.М. КОЖУРО, Л.С. ГЕРАСИМОВИЧ, А.В. КРУТОВ	Исследование устойчивости процесса электромагнитной наплавки поверхностей
В.Ф. БОРОВИКОВ	Основная моторная характеристика тракторного дизеля
П.В. ЗАЯЦ	Обоснование конструктивных параметров ротора с упругоэластичными элементами и регулятором амплитуды их колебаний
Н.В. КАЗАРОВЕЦ, А.В. ТРОФИМОВ, А.А. СКАКУН	Энергетические и технологические проблемы производства конкурентоспособной говядины
М.В. ФУРМАН	Новый сорт озимой мягкой пшеницы «Зарица» и технология его возделывания
Е.В. ЛАВЦЕВИЧ	Определение средневзвешенной стоимости электродвигателя и требуемой стоимости защиты
Е.И. МАЖУГИН, А.Л. КАЗАКОВ	Обоснование геометрических параметров электромагнитного аппарата для интенсификации гидроциклонной очистки моющих растворов
Б.М. АСТРАХАН, П.В. КЛАВСУТЬ, А.А. ВАБИЩЕВИЧ, М.Э. ЕЛЬЦОВ, В.В. БОНДАРЬ	Применение информационных технологий для оптимизации поставок сжиженного газа сельским потребителям
В.Б. ЛОВКИС, Ю.Н. САПЬЯН	О методологии повышения ресурсно-энергетической эффективности сельскохозяйственных объектов
В.Я. ТИМОШЕНКО, А.В. НОВИКОВ, Д.А. ЖДАНКО, Е.С. НЕКРАШЕВИЧ	Диагностирование гидростатических трансмиссий

№ 2/2009

В.И. ХОДОСЕВИЧ, Ю.Н. СИЛКОВИЧ, Н.П. ГУРНОВИЧ	Расчет параметров вращения универсального карданного шарнира
Н.А. ГОРБАЦЕВИЧ, О.В. МАКУТЬ	Опыт разработки семейства роторных граблей-валкователей

Л.В. МИСУН, А.А. БАБАК	Повышение эффективности ухода за промышленными клеюквенными чеками совершенствованием технологии срезания с измельчением сорной растительности
В.А. ПАШИНСКИЙ, Н.Ф. БОНДАРЬ, О.В. БОНДАРЧУК	Увеличение амилолитической активности солода
А.Б. ТОРГАН, И.Е. ДАЦУК	Совершенствование конструкции матрицы шнекового макаронного пресса
М.М. РАДЬКО, Д.Е. РАДЬКО, М.М. УСОВ	Ресурсосберегающие технологии – залог успеха рыбной отрасли Республики Беларусь
Ж.В. КОШАК, А.В. ИВАНОВ, А.Э. КОШАК	Исследование энергоемкости процесса гранулирования при производстве комбикорма для птицы
В.А. КОРОТИНСКИЙ, Н.К. ЗАЙЦЕВА, С.И. СИНИЦА, Н.В. РЕХТИК, Н.В. ВОРОБЕЙ	Влияние размеров гофров предизолированных труб Касафлекс на гидравлические режимы
А.Н. КАРТАШЕВИЧ, В.С. ТОВСТЫКА, С.А. ПЛОТНИКОВ	Анализ результатов работы топливного насоса высокого давления на смесях рапсового масла с дизельным топливом
Н.А. ПОЗДНЯКОВ, Т.А. ВАРФОЛОМЕЕВА	Моделирование и результаты расчетных исследований системы рециркуляции отработавших газов дизельного двигателя
Н.Д. ДЖИГА, О.В. ДЖИГА	Прогнозирование профпригодности

№ 3/2009

А.М. ЗАЕЦ	Экспериментальная проверка устройства для сортирования корнеплодов моркови
М.М. РАДЬКО, Н.Н. ГАДЛЕВСКАЯ, В.Н. СТОЛОВИЧ, Д.Е. РАДЬКО	О выборе оптимального варианта кормления товарного карпа
С.А. ТАРАСЕВИЧ, О.А. БЕЛОУС	Урожай и качество лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного в условиях интенсивной химизации
В.В. ГУРИН, П.А. РАВИНСКИЙ	Направления совершенствования температурной защиты асинхронных электродвигателей
А.Г. ЦУБАНОВ, А.Л. СИНЯКОВ, И.А. ЦУБАНОВ	К вопросу энергосбережения в конвективных зерносушилках
Е.М. ЗАЯЦ, В.С. КОРКО, А.Е. ЗАЯЦ	Основные направления технологического использования электроэнергии в сельском хозяйстве
Ю.С. ПОЧАНИН	Влияние технологии сжигания местных видов топлива на состав выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ
Д.А. ЖДАНКО	Теоретическое обоснование параметров гидравлического тормозного устройства обкаточно-тормозного стенда

В.Я. ТИМОШЕНКО, А.В. НОВИКОВ, Г.Ф. ДОБЫШ, О.Ф. СМОЛЯКОВА	Методика технического нормирования полевых механизированных работ
И.Г. АЛИЕВ	Разработка и исследование технологии и технических средств для протравливания опушенных семян хлопчатника

№ 4/2009

И.Н. ШИЛО, В.А. АГЕЙЧИК, Н.Н. РОМАНИЮК, М.В. АГЕЙЧИК	Машина для выкапывания растений
М.В. КОЛОНЧУК	Эффективность профилированных рабочих элементов ротационных вакуумных насосов
А.В. КИТУН, В.И. ПЕРЕДНЯ, А.А. РОМАНОВИЧ, И.М. ШВЕД	Теоретико-вероятностное исследование процесса измельчения кормов
В.Я. ГРУДАНОВ, А.А. БРЕНЧ, И.Е. ДАЦУК, Д.В. КАХОВЕЦ	Исследование конструктивных особенностей рабочих органов установок для разделения мяско-стного сырья птицы
Н.Е. ШЕВЧИК, А.А. СОЛДАТЕНКО	Автоматизированное рабочее место технолога элеватора: решаемые задачи, интерфейс пользователя
Г.И. ГЕДРОИТЬ	Опорные свойства шин для сельскохозяйственной техники
Г.А. ЯНУКОВИЧ, Н.Г. КОРОЛЕВИЧ	Состояние обеспеченности электрической энергией сельскохозяйственных потребителей Республики Беларусь
О.Ю. СЕЛИЦКАЯ, Е.М. РАК	Исследование зависимости мощности от величины полюсного деления трехфазных асинхронных электродвигателей
С.Н. ПАНТЕЛЕЙ	Перспективы ресурсосбережения в прудовом товарном рыбоводстве
В.Б. ПОПОВ	Влияние грузоподъемности трактора «Беларус» на формирование машинно-тракторных агрегатов
Ю.А. СИДОРЕНКО	Особенности синтеза автоматического управления путем моделирования на ЭВМ

№ 5/2009

В.Г. САМОСЮК, В.И. ПЕРЕДНЯ, В.И. ХРУЦКИЙ	Механизированная технология и оборудование для эффективного приготовления зернофуража на корм животным
П.П. КАЗАКЕВИЧ, П.В. ЗАЯЦ	Экспериментальная установка для обоснования параметров рабочих органов машины для сбора колорадского жука
И.Н. ШИЛО, В.А. АГЕЙЧИК, Н.Н. РОМАНИЮК, М.В. АГЕЙЧИК	Механизация процесса снятия защитной пленки с посевов овощных культур
В.С. КОРКО, А.Е. ЛАГУТИН, Е.А. ГОРОДЕЦКАЯ	Предпосевная доработка семян злаковых культур электрофизическими методами

А.В. КУЗЬМИЦКИЙ, П.Н. БЫЧЕК	Результаты использования оборудования для обработки корнеплодов сахарной свеклы жидким консервантом
А.Н. ИЗМЕР	Технологические аспекты современного производства мясных фаршевых продуктов
В.П. ЯНАКОВ	Особенности энергетической модели тестоприготовления
Е.В. ГАЛУШКО, О.Ч. РОЛИЧ, А.П. МЕРИЛЕНКО, К.М. ШЕСТАКОВ, Ю.В. БОНДАРЕВ, А.А. ПРОКОПЕНКО, МЭН ЦИНСУН	Комплексный статический тренажер зерноуборочного комбайна
В.В. ГУРИН, Е.В. ЛАВЦЕВИЧ, П.А. РАВИНСКИЙ	Защита трехфазного асинхронного электродвигателя в аварийных состояниях (за исключением перегрузки)
А.Л. СИНЯКОВ, И.А. ЦУБАНОВ	Энергосбережение в конвективных зерносушилках путем рециркуляции сушильного агента
В.Я. ТИМОШЕНКО, А.В. НОВИКОВ, Д.А. ЖДАНКО	Совершенствование обкаточно-тормозного стенда

№ 6/2009

И.Н. ШИЛО, С.Г. ГРИНЬКОВ, В.П. ЧЕБОТАРЕВ, А.Н. ПЕРЕПЕЧАЕВ	Определение ширины захвата и выбросного окна валковой жатки ЖТ-6
А.В. КЛОЧКОВ, А.Е. МАРКЕВИЧ	Системы глобального позиционирования в сельском хозяйстве
И.С. КРУК, Ф.И. НАЗАРОВ, Ю.В. ЧИГАРЕВ, А.В. МАКОВЧИК, А.А. НОВИКОВ	Навесной оборотный плуг с регулируемой шириной захвата для обработки не засоренных камнями почв
Н.В. КАЗАРОВЕЦ, Л.А. РАСОЛЬКО, В.В. МАРКЕВИЧ	К вопросу безопасности молока и молочных продуктов
В.Н. ДАШКОВ, А.Л. РАПИНЧУК, А.С. ВОРОБЕЙ,	Обоснование технологического процесса машины для сухой очистки картофеля
Г.И. ЯНУКОВИЧ, В.М. ЗБРАДЫГА, Н.Г. КОРОЛЕВИЧ,	Исследование несинусоидальности напряжения в сельских электрических сетях
Ю.С. ПОЧАНИН	Тепловой насос – энергетически эффективная составляющая систем теплоснабжения
И.Н. БОТЯН	Особенность поворота трактора с шарнирно-сочлененной рамой
В.Я. ТИМОШЕНКО, А.В. НОВИКОВ, О.В. ЛЯХОВИЧ, С.И. ЮЧ, О.Ф. СМОЛЯКОВА	Снижение технически бесполезных сил трения при работе плуга
Д.А. ЖДАНКО	Экономическая эффективность обкатки двигателя на электрогидравлическом обкаточно-тормозном стенде
Л.В. МИСУН, Л.С. ШАБЕКА, А.Н. МАКАР	Совершенствование подготовки специалистов по охране труда для АПК

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Журнал «Агропанорама» помещает достоверные и обобщенные материалы, которые имеют научное и практическое значение, отличаются актуальностью и новизной, способствуют повышению экономической эффективности агропромышленного производства, носят законченный характер.

Приказом Председателя ВАК от 4 июля 2005 г. № 101 журнал «Агропанорама» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственным и техническим наукам (сельскохозяйственное машиностроение, транспорт, геоэкология, энергетика).

2. Объем научной статьи, учитываемой в качестве публикации по теме диссертации, должен составлять, как правило, не менее 0,35 авторского листа (14000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), что соответствует 8 стр. текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 стр. в случае печати через 1,5 интервала).

Рукопись статьи, передаваемая в издательство, должна удовлетворять основным требованиям современной компьютерной верстки. К набору текста и формул предъявляется ряд требований:

1) рукопись, подготовленная в электронном виде, должна быть набрана в текстовом редакторе Word версии 6.0 или более поздней. Файл сохраняется в формате «doc»;

2) текст следует сформатировать без переносов и выравнивания правого края текста, для набора использовать один из самых распространенных шрифтов типа Times (например, Times New Roman Cyr, Times ET);

3) знаки препинания (.,!?:;...) не отделяются пробелом от слова, за которым следуют, но после них пробел обязателен. Кавычки и скобки не отделяются пробелом от слова или выражения внутри них. Следует различать дефис«-» и длинное тире «—». Длинное тире набирается в редакторе Word комбинацией клавиш: Ctrl+Shift+«-». От соседних участков текста оно отделяется единичными пробелами. Исключение: длинное тире не отделяется пробелами между цифрами или числами: 1991-1996;

4) при наборе формул необходимо следовать общепринятым правилам:

а) формулы набираются только в редакторе формул Microsoft Equation. Размер шрифта 12. При длине формулы более 8,5 см желательно продолжение перенести на следующую строку;

б) буквы латинского алфавита, обозначающие: переменные, постоянные, коэффициенты, индексы и т.д., набираются курсивом;

в) элементы, обозначаемые буквами греческого и русского алфавитов, набираются шрифтом прямого начертания;

г) цифры набираются шрифтом прямого начертания;

д) аббревиатуры функций набираются прямо;

е) специальные символы и элементы, обозначаемые буквами греческого алфавита, использованные при наборе формул, вставляются в текст только в редакторе формул Microsoft Equation.

ж) пронумерованные формулы пишутся в отдельной от текста строке, а номер формулы ставится у правого края.

Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки в тексте.

3. Рисунки, графики, диаграммы необходимо выполнять с использованием электронных редакторов и вставлять в файл документа Word. Изображение должно быть четким, толщина линий более 0,5 пт, размер рисунка по ширине: 5,6 см, 11,5 см, 17,5 см и 8,5 см.

4. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок и номер (если таблиц несколько). Рекомендуется установить толщину линии не менее 1 пт. В оформлении таблиц и графиков не следует применять выделение цветом, заливку фона.

Фотографии должны иметь контрастное изображение и быть отпечатаны на глянцевого бумаге размером не менее 9x12 см. В электронном виде фотографии представляются отдельно в файлах формата «tif» с разрешением 300 dpi.

Научные статьи, публикуемые в изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, должны включать:

- аннотацию;
- фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название;
- введение;
- основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);
- заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;
- список цитированных источников;
- дату поступления статьи в редакцию.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

Основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно осветить содержание исследований, проведенных авторами.

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Дополнительно в структуру статьи могут быть включены:

- индекс УДК;
- перечень принятых обозначений и сокращений.

5. Литература должна быть представлена общим списком в конце статьи. Библиографические записи располагаются в алфавитном порядке на языке оригинала или в порядке цитирования. Ссылки в тексте обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

6. Статьи из научно-исследовательских или высших учебных заведений направляются вместе с сопроводительным письмом, подписанным директором и приложенной экспертной справкой по установленной форме.

7. Статьи принимаются в электронном виде с распечаткой в одном экземпляре. Распечатанный текст статьи должен быть подписан всеми авторами. В конце статьи необходимо указать полное название учреждения, организации, предприятия, колхоза и т. д., ученую степень и ученое звание (если есть), а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный или домашний) каждого автора.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При предъявлении копии годовой (полугодовой) подписной квитанции на наш журнал статьи рассматриваются в режиме наибольшего благоприятствования.

Авторские материалы для публикации в журнале «Агропанорама» направляются в редакцию по адресу:
220023 Минск, пр. Независимости, 99, корп. 1, к. 333.
УО БГАТУ.

Оборудование для воздушного отопления крупногабаритных производственных помещений на местных видах топлива

Предназначено для сжигания древесных отходов (щепа, опилки, стружка, дроблённая кора и др.) с целью получения тепловой энергии для отопления и горячего водоснабжения крупногабаритных помещений.



Основные технические данные

Теплопроизводительность	250 кВт
КПД	90%
Температура воды на входе	40°C
на выходе	95°C
Рабочее давление воды	0,4 МПа
Расход воды	7 м ³ /ч
Топливо	древесные отходы (щепа, опилки, стружка, дроблённая кора)
Температура отходящих дымовых газов	90... 110°C
Масса теплообменника	900 кг
Масса газогенератора	1000 кг
Расход топлива	70 кг/час
Температура в активном слое колосниковой решетки	500-600 °C