МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЯРОСЛАВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА)

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Сборник научных трудов по материалам
Международной научно-практической конференции

Ярославль, 23-24 ноября 2016 г.

Ярославль
2017

УДК 631.1
ББК 40.72
А 43

Актуальные технические проблемы агропромышленного комплекса [Текст]: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. Ярославль, 23-24 ноября 2016 г. / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – 66 с.
А 43
ISBN 978-5-98914-174-6

В материалах конференции представлены результаты исследований ученых, преподавателей, обучающихся высших учебных заведений и представителей агропромышленного комплекса Российской Федерации, Республики Беларусь и Германии.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей высших учебных заведений, а также для работников агропромышленного комплекса. Может использоваться в учебном процессе в целях углубленного рассмотрения соответствующих проблем.

УДК 631.1
ББК 40.72

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СОВЕТ:

Лобков В.Ю. – главный редактор, д.б.н., и.о. ректора;
Морозов В.В. – заместитель главного редактора, к.ф.-м.н., проректор по научной работе и международным связям;
Дорохова В.И. – ответственный секретарь, к.э.н., доцент, начальник управления по научной работе и международному сотрудничеству;
Шешунова Е.В. – редактор, к.т.н., декан инженерного факультета, заведующая кафедрой «Механизация сельскохозяйственного производства»;
Соцкая И.М. – член совета, к.т.н., доцент, заведующая кафедрой «Технический сервис»;
Орлов П.С. – член совета, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электрификация»;
Шмигель В.В. – член совета, д.т.н., доцент, профессор кафедры «Электрификация»;
Ананьин Г.Е. – ответственный секретарь, к.п.н., ст. преподаватель кафедры «Электрификация», менеджер по научной и профориентационной работе инженерного факультета;
Богословская Е.А. - ответственный секретарь, начальник редакционно-издательского отдела.

ISBN 978-5-98914-174-6
© ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017
© Авторы статей, 2017

УДК 62-69

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОСТРЕЛКИ ИЛИ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

Р.Д. Адакин
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: гидрораспределитель, гидравлическая стрелка, перепад давлений, защита теплообменника, перепад температур, оборудование котельной, стабильная работа установки, защита насосов.

В статье рассматривается гидравлический распределитель, уменьшающий перепады давлений между трубами подачи и обратки, при отоплении котлами помещений, имеющих несколько гидравлических контуров.

THE EFFICIENCY OF THERMAL SYSTEMS USING HYDROTRAC OR VALVES

R.D. Adakin
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: directional control valve, hydraulic arrow, the differential pressure protection of the heat exchanger, the temperature differential, the equipment of the boiler house, stable plant operation, protection of pumps/

The article deals with the hydraulic valve that reduces the pressure drop between the pipes flow and return flow, for heating the boiler spaces with several hydraulic circuits.

Назначение гидрострелки – разделение контура котла от контура потребителя, с тем чтобы установить наименьший перепад давления и уменьшить разность температур между прямой и обраткой.

В технической литературе принято называть прямой трубу, подающую горячий теплоноситель, и обраткой – трубу, по которой возвращается остывший теплоноситель.

Гидрострелка применяется в случае, когда присутствуют не один, а несколько контуров отопления: теплые полы, более 1 этажа, то есть двухэтажный, трехэтажный дом, и отдельно запитанные ванные комнаты. Когда есть один контур, то есть от котла вода проходит радиаторы отопления, часть заходит на ванную комнату, то гидрострелка в этом случае не нужна.

Рекомендуется также устанавливать гидрострелку, если перепад давлений между прямой и обраткой превысит 0,4 м в. ст.

Устройство гидрострелки достаточно простое – это байпас между прямой и обраткой, через пару метров сразу после котлов.

На рисунке 1 показана работа гидрострелки в случае, когда разность давлений на прямой и на обратке близки к нулю. В этом случае происходит смешивание теплоносителей в свободной области гидрострелки.

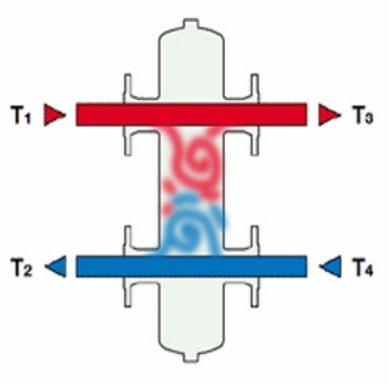


Рисунок 1 – Гидрострелка в режиме одинаковых давлений

В случае пуска тепловой системы осенью, когда холодный теплоноситель пойдет с самой дальней точки системы, с минимальной температурой, а котел успеет уже выйти на рабочие температуры, холодный теплоноситель, поступая в теплообменник с разностью температур в 45°С, может привести к тому, что чугунный теплообменник треснет. Этому подвержены даже современные котлы, имея систему защиты и работающие в ограниченном контуре до тех пор, пока не выйдут на рабочие температуры [3].

На рисунке 1 явно продемонстрировано, как гидрострелка убирает этот недостаток, путем смешивания прямой и обратки, холодный теплоноситель, смешиваясь, повышает температуру, и теплообменник подвержен меньшему риску резкого охлаждения.

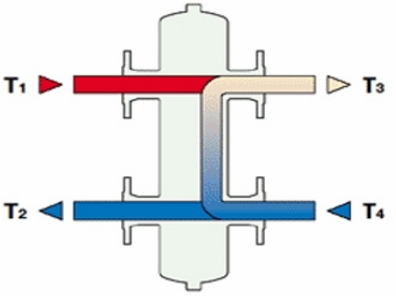


Рисунок 2 – Гидрострелка в режиме давления системы больше, чем в котлах

Когда пуск пройдет успешно, и система выйдет на установившиеся температуры, работа гидрострелки будет заключаться в выравнивании давлений. Остывший теплоноситель по-прежнему будет забирать часть тепла с горячего, но проблемы здесь никакой нет, так как холодному теплоносителю, уже немного подогретому, в котле придется потребить меньшее количества тепла, чтобы выйти из него с заданной температурой.

Что же произойдет, когда в системе будет включено количество насосов, с суммарным расходом больше, нежели с котлов? Ответ мы получим, взглянув на рисунок 2. Давление на обратке системы больше, чем на прямой. В этом случае холодный теплоноситель будет стремиться подняться по гидрострелке наверх и уйти с подмесом воды по прямой назад в систему. Тем самым не будет нагружаться насос котла. Насосы очень критично относятся к эффекту турбулизации, когда более мощный насос разгоняет впереди стоящего более слабого насоса, последний в скором времени выйдет из строя.

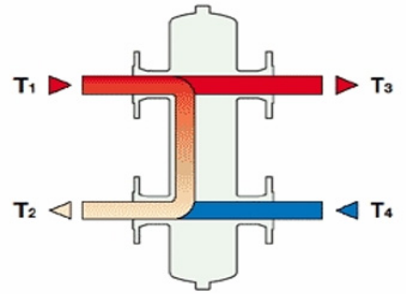


Рисунок 3 – Гидрострелка в режиме давления в котлах больше, чем в системе

На рисунке 3 показан вариант, когда устройства регулирования расхода воды во всех контурах потребителя на минимуме, а некоторые выключены. Насосы котлов работают на максимуме. Поэтому теплоноситель идет частично по гидрострелке назад, тем самым выравнивается разность давлений между прямой и обраткой. Батареи и теплый пол при этом в температуре не теряют.

Литература

1. Сканави, А.Н. Отопление [Текст]: учебник для вузов / А.Н. Сканави, Л.М. Махов. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 576 с.
2. Махов, Л.М. Использование гидравлического разделителя при децентрализованном теплоснабжении здания [Текст] / Л.М. Махов // Журнал АВОК. – 2000. – № 4.
3. Бондарь, В.С. Надежность технологического оборудования [Текст] / В.С. Бондарь, Е.В. Шашкова, А.Г. Уварова // Качество продукции: кон-

троль, управление, повышение, планирование: сб. научных трудов Междунар. молодежной науч.-практич. конф.: в 2-х т. / отв. ред.: Е.В. Павлов. – Курск, 2015. – С. 131-135.

УДК 631.55.03:531.04.

ЭФФЕКТИВНОЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИИ ЧЕРЕЗ СОВМЕСТНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ С ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ (КОМПАНИЯ «AMAZONEN-WERKE» – ГЕРМАНИЯ, АО «ЕВРОТЕХНИКА» – РОССИЯ – САМАРА)

К.т.н. В.Э. Буксман
(Компания «AMAZONEN-Werke», Hashergen-Gaste, Германия),
ген. директор В.Н. Смирнов
(АО «Евротехника», Самара, Россия),
д.т.н. В.А. Милюткин
(ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, Кинель, Россия)

Ключевые слова: техника, предприятие, инвестиции.

В Самаре создано с динамичным развитием предприятие АО «Евротехника» – дочернее предприятие компании «AMAZONEN-Werke» по производству сельхозмашин, одних из лучших в Европе и мире, эффективно работающих в АПК Самарской области и Российской Федерации.

EFFECTIVE IMPORT SUBSTITUTION IN AGRICULTURAL THROUGH JOINT VENTURES WITH LOCALIZATION (THE COMPANY «AMAZONEN-WERKE» – GERMANY, AO «EURO-TECHNIQUE» – RUSSIA – SAMARA)

Candidate of Technical Sciences V.E. Buksman
(The company «AMAZONEN-Werke», Hashergen-Gaste, Germany),
Engineer, General Manager V.N. Smirnov
(JSC «Eurotechnica», Samara Russia),
Doctor of Technical Sciences, V.A. Milyutkin
(FSBEI HE Samara SAA, Kinel, Russia)

Keywords: technology, venture investment.

In Samara created with the dynamic development of the company JSC «Eurotechnica» – subsidiary company «AMAZONEN-Werke» for the production of agricultural machinery, some of the best in Europe and the world, effec-

tively working in the agro-industrial complex of the Samara region and the Russian Federation.

Российский рынок сельхозтехники в настоящее время характеризуется совместными, с лучшими сельхозмашиностроительными фирмами мира, предприятиями. Их создание стимулируется политикой нашего правительства, особенно в условиях международных санкций и необходимости импортозамещения. Примером этого является создание и эффективная работа в городе Самара – РФ предприятия АО «Евротехника» немецкой компании «AMAZONEN-Werke» (рисунок 1). Компания AMAZONEN основана в 1883 году, располагает в настоящее время 6 заводами в Великобритании, Франции, Венгрии, Казахстане, Украине, а с 1995 года (более 20 лет) – в России (г. Самара). С 2005 года контрольный пакет акций АО «Евротехника» полностью принадлежит компании «AMAZONEN-Werke». В настоящее время предприятие выпускает для АПК России и других стран мира следующие машины: Сеялка Primera DMC 9000, Сеялка Primera DMC 6000, Разбрасыватель центробежный ZA-M 900, Разбрасыватель центробежный ZA-M 1500, Разбрасыватель центробежный ZA-M 3000, Борона дисковая Catros 4001, Борона дисковая Catros-4001, Борона дисковая Catros 9001-KR, Борона дисковая Catros 12001-KR, Опрыскиватель UX 4200 Super, Опрыскиватель UX 5200 Super, Опрыскиватель UG 3000 Super, Сеялка D9-60 Super, Сеялка D9 6000-TC, Сеялка D9/120.

Рисунок 1 – АО «Евротехника» компании «AMAZONEN-Werke» (Германия) в Самаре

В целом же компания «AMAZONEN-Werke» специализируется на производстве разбрасывателей минеральных удобрений, зерновых и пропашных сеялок точного высева, агрегатов активной (роторные культивато-

ры и ротационные бороны) и пассивной (дисковые культиваторы и бороны) обработки почвы, опрыскивателей для защиты растений. Продукция компании AMAZONEN поставляется в более чем семьдесят стран мира.

«Мы разрабатываем технику для профессионалов и нашу позицию специалиста «по интеллигентному растениеводству» мы намерены укреплять на всех рынках», – так охарактеризовал современную стратегию работы компании AMAZONEN Кристиан Драйер, один из ее руководителей и владельцев.

Кроме дипл.-экон.-инж. Кристиана Драйера, коммерческим директором является также дипл.-инж. доктор Юстус Драйер, сын известного в России доктора, профессора Хайнца Драйера, награжденного Минсельхозом России серебряной медалью «За вклад в развитие АПК России», являющегося академиком Российской сельскохозяйственной академии наук и почетным профессором Самарской сельхозакадемии.

В январе 2016 года в Самаре был заложен новый корпус ЗАО «Евротехника» – крупнейшего в России производителя прицепных и навесных механизмов для сельского хозяйства, при этом фирмой «AMAZONEN-Werke» было инвестировано в предприятие около 200 млн рублей. Присутствующий на церемонии начала строительства нового производства губернатор Самарской области Николай Меркушкин сказал: «Расширение производства позволит вывести нашу технику на новый уровень, а наше предприятие станет пионером внедрения технологий бережного использования природных ресурсов и сохранения экологической среды» (рисунок 2).

Рисунок 2 – Знакомство с ген. директором АО «Евротехника» В.Н. Смирновым полномочного представителя президента в ПФО М. Бабича в присутствии губернатора Самарской области Н. Меркушкина

Компания AMAZONEN с АО «Евротехникой» проводят продуманную и эффективную (объем производства АО «Евротехника» составляет 2,7 млрд рублей в год) политику не только по поставке широкого спектра машин из Германии, но и собственных разработок и адаптации лучшей сельскохозяйственной техники в России, ежегодных дней растениеводства как в Германии, так и в регионах РФ, создания учебных классов в высших и средних специальных учебных заведениях, в том числе и в Самарской сельхозакадемии с поставкой как фрагментов техники, так и самой техники для сберегающего земледелия. Со дня основания АО «Евротехника» проводится многопрофильная научная работа компании «AMAZONEN-Werke» с Самарской сельхозакадемией по энерго-влаго-ресурсосберегающим технологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

Особенно глубоко изучались и при необходимости модернизировались конструкции и технологии таких машин, как сеялка прямого посева «DMSi…» (рисунок 3) и дисковой культиватор «Catros…» [1, 2, 3, 5, 9], что позволило их быстро адаптировать и внедрить в России. В настоящее время продолжаются исследования с совершено новыми машинами компании AMAZONEN для обработки почвы и одновременного внесения удобрений, разбрасывателями удобрений для точного (координатного) земледелия [4, 7, 8], широким рядом опрыскивателей, зерновых и пропашных сеялок и т.д.

Рисунок 3 – Лучшая машина года – сеялка точного высева «DMS…»

Не без участия техники и технологии компании AMAZONEN Самарская область получила рекордный в 2016 году урожай зерновых – более 2 млн тонн.

Для повышения эффективности производства на АО «Евротехника» проводится локализация, что дает возможность активному участию Российских предприятий в создании немецких машин в России для России.

По заявлению ген. директора АО «Евротехника» В.Н. Смирнова, при расширении предприятия в соответствии с выделенными инвестициями производство будет увеличено от 25 до 50% . По заявлению экспертов – АО «Евротехника» по прицепным машинам и приспособлениям в России занимает первое место среди предприятий сельхозмашиностроения.

Литература

1. Милюткин, В.А. Эффективные технологические приемы в земледелии, обеспечивающие оптимальное влагонакопление и влагопотребление [Текст] / В.А. Милюткин, В.В. Орлов, Г.В. Кнурова и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (56). – С. 69-72.
2. Казаков, Г.И. Системы земледелия и агротехнологии возделывания полевых культур в Среднем Поволжье [Текст] / Г.И. Казаков, В.А. Милюткин. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 161 с.
3. Петерсен, Г. Невспаханная земля, сохраненная влага [Текст] / Г. Петерсен // Зерно. – 2006. – № 1-9. – С. 54-66.
4. Милюткин, В.А. Мировое развитие сберегающих технологий и перспективы в Российской Федерации [Текст] / В.А. Милюткин // Аграрная Россия. – 2002. – № 6. – С. 20.
5. Милюткин, В.А. Анализ способов реализации точного (координатного) земледелия [Текст] / В.А. Милюткин, М.А. Канаев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 3. – С. 3-5.
6. Милюткин, В.А. Использование сидератов в лесостепи Поволжья [Текст] / В.А. Милюткин, А.А. Марковский, Р.В. Науметов // Земледелие. – 1999. – № 6. – С. 22-23.
7. Милюткин, В.А. Управление производством сельскохозяйственных культур созданием оптимальных параметров влажности и температуры почвы [Текст] / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, З.П. Антонова // Harvard Journal of Fundamental and Applied Studies. – 2015. – № 1(7). – С. 117-128.
8. Милюткин, В.А. Новый способ дифференцированного внесения удобрений при посеве сельскохозяйственных культур [Текст] / В.А. Милюткин, М.А. Канаев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 3. – С.16-19.
9. Милюткин, В.А. Эффективность ресурсосберегающих элементов применения удобрений при внедрении прямого посева [Текст] / В.А. Милюткин, Н.И. Несмеянова, М.А. Беляев // Агро XXI. – 2007. – № 7-9. – С. 39-41.
10. Милюткин, В.А. Повышение продуктивности сельхозугодий внутрипочвенным внесением основных видов удобрений при точном (координат-

ном) земледелии [Текст] / В.А. Милюткин, Г.И. Казаков, А.П. Цируев и др. – Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – 270 с.

УДК 51-74

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПАДЕНИЯ ЗЕРНОВКИ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

К.ф.-м.н. К.А. Зиновьев
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: численные методы, дифференциальные уравнения, метод Рунге-Кутты.

В статье рассматривается применение численного метода решения дифференциального уравнения, не поддающегося аналитическому решению. Дано решение дифференциального уравнения второго порядка движения зерновки в зерноочистительной машине методом Рунге–Кутты четвертого порядка.

CALCULATION OF PARAMETERS OF FALLING GRAINS IN THE AIR

Candidate of Physico-Mathematical Sciences K.A. Zinovjev
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: numerical methods, differential equations, Runge-Kutta method.

Abstract: the article discusses the use of numerical method to solve differential equation not amenable to analytical solution. We proposed the solution of the differential equation of the second order motion of the grains in the grain cleaning machine by the Runge–Kutta method of fourth order.

При предлагаемом нами методе сушки теплота, которая требуется для испарения влаги, передается зерну горячей газовоздушной смесью и ею же испарившаяся влага выводится из сушилки.

Конвективный метод сушки более всего подходит для зерновых культур, потому широко распространен во всех странах [3]. При работе происходит падение зерновки, схематично изображенное на рисунке 1.

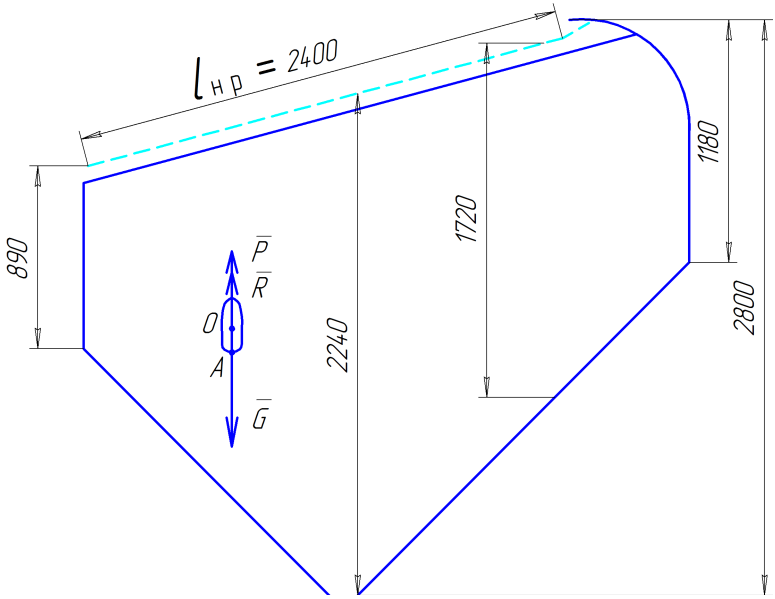


Рисунок 1 – Падение зерновки

На зерновку, падающую в газовоздушной среде контактно-конвективной сушилки, действуют следующие силы:

- сила тяжести зерновки $G = mg$;
- сила аэродинамического сопротивления воздуха $R = k\rho S v^2$,

где k – коэффициент аэродинамического сопротивления воздуха,

ρ – плотность воздуха,

S – площадь проекции зерновки на плоскость, перпендикулярную направлению ее движения;

- сила воздействия паров испаряющейся влаги P, которой, ввиду ее крайней незначительности, можно пренебречь.

В соответствии с указанными обозначениями дифференциальное уравнение падения зерновки имеет вид:

$$m\frac{d^2h}{dt^2} = G - k\rho S\frac{dh}{dt}, \qquad (1)$$

где h – высота падения,

t – время.

Это неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка, которое не поддается аналитическому решению. Поэтому для его решения

был предложен и использован один из самых точных численных методов решения дифференциальных уравнений – метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Данный метод обеспечивает погрешность вычисления, не превышающую порядка Δm^4, где Δm – шаг итерации.

Алгоритм вычисления задается формулой:

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(k_0 + 2k_1 + 2k_2 + k_3), \qquad (2)$$

где

$k_0 = \Delta m \cdot F(x_i, y_i);$

$k_1 = \Delta m \cdot F(x_i + \frac{\Delta m}{2},\ y_i + \frac{k_0}{2});$

$k_2 = \Delta m \cdot F(x_i + \frac{\Delta m}{2},\ y_i + \frac{k_1}{2}).$

Как известно, при падении в вакууме тело за первую секунду падения приобретает скорость 9,8 м/с и проходит расстояние 4,9 м.

Начальные условия, которым должно удовлетворять численное решение методом Рунге-Кутты четвертого порядка на интервале [0,1] дифференциального уравнения, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Начальные условия для решения дифференциального уравнения

Δt, *с*	*k*0	*k*1	*k*2	*k*3	*v, м/с*	*h, м*
0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0,049	0,049	0,098	0,049	0,005
0,2	0,098	0,147	0,147	0,196	0,196	0,074
0,3	0,196	0,245	0,245	0,294	0,441	0,26
0,4	0,294	0,342	0,343	0,392	0,784	0,564
0,5	0,391	0,439	0,441	0,49	1,224	0,985
0,6	0,487	0,535	0,539	0,588	1,761	1,523
0,7	0,58	0,628	0,637	0,686	2,394	2,177
0,8	0,669	0,716	0,735	0,784	3,12	2,945
0,9	0,751	0,797	0,833	0,882	3,936	3,826
1	0,823	0,868	0,931	0,98	4,836	4,813

Таким образом, предложенный нами метод позволяет осуществить расчет параметров падения зерновки в воздушной среде.

Литература
1. Ортега, Дж. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений [Текст] / Дж. Ортега, У. Пул. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Текст] / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.– 630 с.
3. Ярыгина, И.В. Развитие современного зерносушильного оборудования / И.В. Ярыгина // Научное обеспечение агропромышленного производства: сб. материалов Междунар. науч.-практич. конф. – Курск, 2010.

УДК 621

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАКТОРНОГО ПРИЦЕПА 2 ПТС-4

Обучающийся А.В. Иванов
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: модернизация, тракторный прицеп, поворотная тележка, блокировка.

Предложено модернизировать тракторный прицеп 2 ПТС-4 путем внесения изменений в устройство блокировки поворотной тележки.

MODERNIZATION OF TRACTOR TRAILER

Student A.V. Ivanov
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: modernization, tractor trailer, rotary rack, locking.

We proposed to upgrade the tractor trailer by making changes to the device lock the bogie.

Тема статьи связана с решением вопроса модернизации тракторного прицепа 2 ПТС-4, который широко применяется во многих сельскохозяйственных организациях.

Дадим его краткие характеристики:
- масса перевозимого груза – 4000 кг;
- длина – 4082 мм;
- ширина – 2318 мм;
- высота – 530 мм;
- объем платформы – 5 м^3;
- площадь – 9,5 м^2.

Прицеп оборудован подъемным механизмом в виде 3-ступенчатого телескопического гидроцилиндра. Данный прицеп предназначен для выполнения различных нужд хозяйства. Можно сказать, что данный прицеп универсален.

Но у тракторного прицепа 2 ПТС-4, на наш взгляд, существует один очень большой недостаток – блокировка рамы поворотной тележки. Данный вид блокировки выглядит следующим образом: блокиратор вынесен на раму прицепа и не использует поворотный круг. В качестве конструктивной особенности можно отметить наличие ушек, в которые входит палец при блокировании. Именно из-за этого блокиратора возникает множество проблем. Можно наблюдать следующую картину: механизатор с полным прицепом свежескошенной и измельченной травы (в будущем силоса) подъезжает к силосной траншее и начинает в течение 5-7 минут пытаться запятить с прицепом в траншею задним ходом, чтобы выгрузить массу внутри нее, выйти и заблокировать поворотную тележку он не мог, т.к. вокруг траншеи были глубокие лужи и массы сырой глины (из-за постоянного буксования). Даже если взять в расчет сухую погоду, механизатору нужно каждый раз выйти из кабины, чтобы вставить палец, заблокировать поворотную тележку, снова залезть в кабину, запятить, разгрузить массу, снова выйти, вытащить палец, залезть в кабину, а за день механизатор в среднем делает от 20 подъездов к силосной траншее. Помимо этого, данный вид блокировки травмоопасен, можно прищемить палец либо защемить руку.

Проанализировав данную ситуацию, мы предлагаем модернизировать тракторный прицеп 2 ПТС-4 путем внесения изменений в устройство блокировки поворотной тележки. Мы предлагаем установить гидравлический цилиндр, чтоб механизатор мог, не покидая кабины трактора, блокировать поворотную тележку.

Гидравлический блокиратор представляет собой платформу, на которую смонтирован гидроцилиндр и удлинитель штока. Имеется воронка, которая монтируется на поворотную тележку и позволяет блокировать прицеп при небольших углах поворота. При выдвигании штока гидроцилиндра удлинитель штока входит в зацепление с воронкой и тем самым блокирует поворотную тележку.

По установке гидравлического цилиндра на тракторный прицеп 2 ПТС-4 проведены проверочные расчеты.

Предложенная модернизация легко выполняема инженерной службой любого хозяйства и не является затратной, все необходимое для модернизации оборудование может быть приобретено или снято со списанной техники.

Затраты на модернизацию тракторного прицепа 2 ПТС-4. Мы выбрали для установки гидроцилиндр на винтах, который выдерживает давление в 40 МПа. Он надежен, удобен в обслуживании, довольно компактный и выдерживает высокое давление работы. Цена его – от 7000 р.

Материал для крепления гидроцилиндра на поворотной тележке – лист низкоуглеродистой стали – мы выбрали, т.к. эта сталь применяется для изготовления деталей с высокими требованиями по износостойкости. Из этой стали будет сделана платформа и замки для крепежа гидроцилиндра, опорная воронка. Цена за лист 1 м^2 толщиной 8 мм – 1624 р.

Болты М18 – 8 штук, 8 гаек, 16 гроверов. Цена – от 4904 рублей за весь комплект.

Гидравлический рукав высокого давления – 2 шт. Цена – 600 рублей.

Крепление под гидроцилиндр на поворотной тележке делается слесарем и сварщиком. Средняя заработная плата слесаря-ремонтника 4 разряда за 1 час составляет 67 рублей. Средняя заработная плата сварщика 4 разряда за 1 час составляет 82 рубля.

На работу по изготовлению и монтажу крепления под гидроцилиндр на поворотной тележке нужно затратить 4 часа. Стоимость работы будет составлять 596 рублей.

Общая стоимость данной модернизации составит примерно 14724 рублей. Можно снизить затраты путем снятия необходимых деталей со списанной техники «доноров».

УДК 621.85.058:631.35

ПОВЫШЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ТЯГОВОЙ СПОСОБНОСТИ КЛИНОРЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Магистрант А.А. Калиновский, м.т.н. Д.В. Джасов, к.т.н. Ю.В. Чупрынин
(НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь)

Ключевые слова: ремень, клиноременная передача, тяговая способность, угол обхвата шкива.

Приведено описание зависимости окружной силы от силы предварительного натяжения ремня клиноременной передачи для двух схем натяжения ремня: жесткого натяжения за счет упругости элементов привода и натяжения ремня подпружиненным шкивом.

LIMIT INCREASE TRACTION ABILITY BELT TRANSMISSION USED IN AGRICULTURAL MACHINERY

Undergraduate A.A. Kalinouski, Master of Technical Sciences D.V. Jasov, Candidate of Technical Sciences Y.V. Chuprynin
(NTCK JSC «Gomselmash», Gomel, Republic of Belarus)

Keywords: belt, V-belt drive, traction ability, angle of wrap.

We give a description of the peripheral force in dependence on the belt pretension force for two various belt tension scheme in a V-belt drive: a rigid

tension at the expense of the drive components elasticity and a belt tension by a spring pulley.

Клиноременные передачи в комбайностроении нашли широкое применение за счет таких основных особенностей, как высокий КПД, неприхотливость к условиям работы, широкий типоразмерный ряд ремней и многое другое. Для работоспособности клиноременной передачи очень важно обеспечить гарантированный запас по буксованию ремня во всем диапазоне передаваемых нагрузок. Запас по буксованию ремня зависит от силы предварительного натяжения и способа натяжения ремня. В конструкциях клиноременных передач применяется пять основных способов натяжения ремня [1]: ПНР – постоянное натяжение рабочего шкива; НУ – натяжение за счет сил упругости ремня и деталей передачи; СНШ – самонатяжение с помощью натяжного шкива, обеспечивающего постоянство растягивающего усилия ведомой ветви; СРМ – самонатяжение за счет реактивного момента от передаваемой нагрузки; СПД – самонатяжение за счет поворота подвижного диска, совершающего винтовое движение.

В комбайностроении в конструкциях клиноременных передач в основном применяются два способа натяжения ремня – НУ и СНШ, поэтому в данной работе ограничимся рассмотрением этих двух способов натяжения ремня.

В технической литературе широко освещено математическое описание клиноременных передач. В основном приводится описание передач со способом натяжения НУ [2], проводится сравнение клиноременных передач с другими типами передач трением и особенности их тяговых свойств, в сравнении с другими фрикционными передачами [3]. Существует большое количество учебных пособий, где подробно описаны основные принципы проектирования и оценки работоспособности ременных передач [4], а также способы натяжения ремня [1] и различные типы применяемых ремней [5].

На сегодняшний день в технической литературе отсутствует подробное математическое описание для вычисления предельной тяговой силы, после которой наступает гарантированное буксование ремня для всех способов натяжения, вскрывающее механизм влияния параметров ременной передачи и иллюстрирующее степень влияния этих параметров на буксование. Таким образом, разработка математического описания для основных, применяемых в сельскохозяйственном машиностроении, способов натяжения ремня, выявление и иллюстрация влияния различных параметров на буксование является актуальной задачей.

Клиноременная передача с жестким натяжением ремня типа НУ

Движение ремня по шкиву сопровождается упругим скольжением. Такой характер движения определяет основные особенности работы пере-

дачи. Причину этого явления можно понять из рассмотрения деформации упругого ремня на заторможенном шкиве [6]. Исходя из соотношения между силами в ветвях ремня q, определяемого по формуле Эйлера [2], потребную силу натяжения $F0^{треб}$ для реализации заданной окружной силы Ft можно найти из выражения (1).

$$F0^{треб} = 0{,}5 \cdot \left(\frac{q+1}{q-1} \right) \cdot Ft\,. \qquad (1)$$

А критическую величину окружной силы $Ft^{крит}$, после превышения которой наступает буксование ремня, можно определить из выражения (2).

$$Ft^{крит} = 2 \cdot \left(\frac{q-1}{q+1} \right) \cdot F0. \qquad (2)$$

При определении потребной силы натяжения и критической окружной силы необходимо принять, что скольжение в критических условиях, предшествующих срыву ремня, распространяется на всю дугу обхвата шкива ремнем.

Клиноременная передача с натяжением шкивом типа СНШ

Если в клиноременной передаче для натяжения ремня используется подпружиненный шкив, то приведенные выше аналитические зависимости примут несколько иной вид. В передаче с СНШ подпружиненный шкив всегда создает в ведомой ветви силу предварительного натяжения $F0$ независимо от величины окружной силы Ft, передаваемой ремнем. Поэтому потребную силу натяжения $F0^{треб}$ для реализации заданной окружной силы Ft и критическую величину окружной силы $Ft^{крит}$ для этой схемы можно найти из выражений (3) и (4).

$$F0^{треб} = \left(\frac{1}{q-1} \right) \cdot Ft\,; \qquad (3)$$

$$Ft^{крит} = (q-1) \cdot F0\,. \qquad (4)$$

Если проанализировать выражения (1), (2) и сравнить их с выражениями (3), (4), можно заметить существенную разницу. В выражениях (1), (2) величины определяемых потребной силы натяжения и критической окружной силы при росте величины q стремятся к конкретному пределу. В выражениях (3), (4) величины этих сил имеют резко растущую и даже для отдельных параметров экспоненциальную зависимость. При росте q потребная сила предварительного натяжения стремится к нулю, а критическая окружная сила неограниченно растет.

На рисунке 1 показаны зависимости критической окружной силы от силы предварительного натяжения для схем с НУ и СНШ (коэффициент трения $f = 0{,}3$, средний угол канавки шкива для стандартных клиноременных передач $\varphi = 40°$, угол обхвата шкива – 180°).

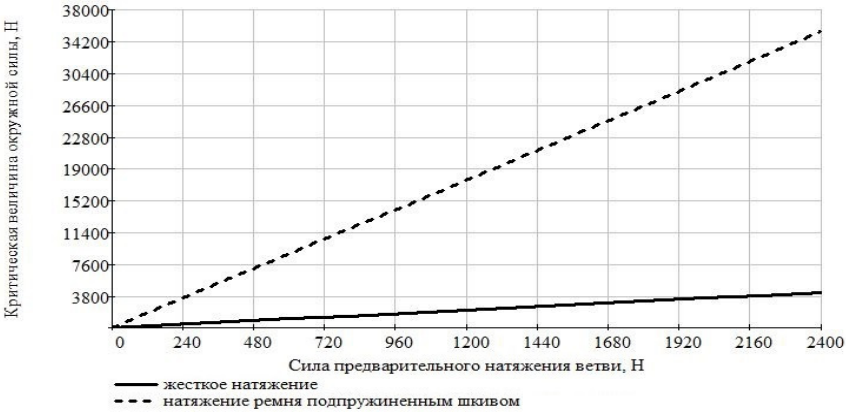


Рисунок 1 – Графики зависимости величины критической окружной силы от силы предварительного натяжения

Из рисунка 1 видно, что даже при средних величинах коэффициента трения и угла канавки шкива для схемы натяжения ремня подпружиненным шкивом для обеспечения заданной окружной силы требуется создание гораздо меньшей силы предварительного натяжения. Для этих условий при одной и той же величине силы предварительного натяжения величина критической окружной силы будет на порядок больше для ременной передачи с подпружиненным шкивом.

На рисунке 2 показаны зависимости величины критической окружной силы от величины угла обхвата шкива.

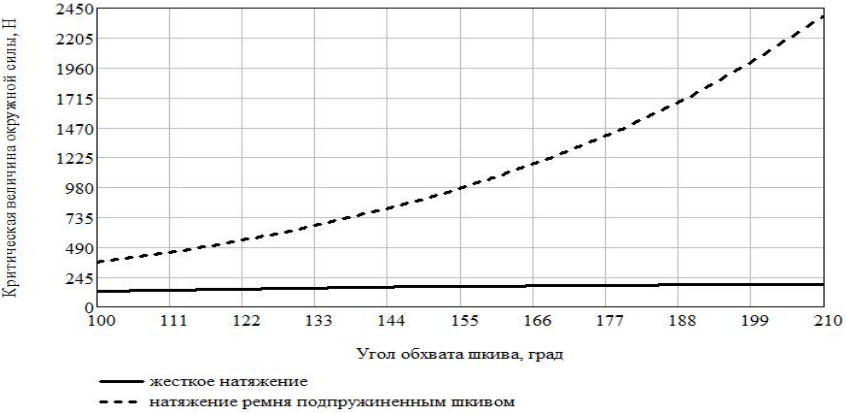


Рисунок 2 – Графики зависимости величины критической окружной силы от величины угла обхвата шкива

Как видно из рисунка 2, величина критической окружной силы для жесткой схемы натяжения ремня имеет слабую зависимость от величины обхвата ремня, а для схемы с натяжением подпружиненным шкивом имеет растущую экспоненциальную характеристику. Это говорит о том, что простым увеличением угла обхвата с помощью правильной установки натяжного шкива можно добиться повышения предельной тяговой способности передачи.

Несмотря на то, что в соответствии с приведенными выше аналитическими выражениями для схемы с натяжением подпружиненным шкивом для критической окружной силы отсутствует положительная обратная связь, как показывает практика, для большинства реально работающих клиноременных передач с пружинным натяжением довести ремень до буксования является нереальным. Это связано с тем, что величина критической окружной силы, как правило, превышает разрывную силу ремня.

Схема натяжения ремня подпружиненным шкивом СНШ, по сравнению со схемой жесткого натяжения НУ, имеет ряд неоспоримых преимуществ.

Величина критической окружной силы, выше которой наступает буксование, имеет резко растущий характер [2], что приводит к наиболее благоприятному соотношению передаваемой окружной силы и силы предварительного натяжения ремня.

При одних и тех же параметрах передачи для схемы с пружинным натяжением обеспечение одной и той же тяговой способности требует создания гораздо меньшей силы предварительного натяжения

За счет меньшей величины потребной силы предварительного натяжения для передачи с СНШ доля полезного напряжения в ремне от действия окружной силы гораздо выше, чем для жесткой схемы, что позволяет увеличить передаваемую мощность по несущей способности ремня для одного и того же ремня примерно в два раза.

Необходимо отметить, что, именно благодаря всем выше перечисленным преимуществам, преобладающее большинство передач на сельскохозяйственных машинах выполнены по схеме со способом натяжения СНШ и их доля в общей массе передач составляет 90-95%.

Литература

1. Галаджев, Р.С. Методы проектирования и расчета клиноременных передач и вариаторов сельхозмашин [Текст] / Р.С. Галаджев, И.С. Мещеряков, Г.П. Троянова, Е.А. Харькова. – Ростов-на Дону: РИСХМ СНИЛ, 1987. – 64 с.
2. Иосилевич, Г.Б. Детали машин [Текст] / Г.Б. Иосилевич – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
3. Вирабов, Р.В. Тяговые свойства фрикционных передач [Текст] / Р.В. Вирабов. – М.: Машиностроение, 1982. – 263 с.

4. Коновалов, А.Б. Ременные передачи [Текст]: учебное пособие / А.Б. Коновалов, В.М. Гребенникова; СПбГТУРП. – СПб., 2011. – 106 с.
5. Флик, Э.П. Механические приводы сельскохозяйственных машин [Текст] / Э.П. Флик. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
6. Чупрынин, Ю.В. Сравнительный анализ предельной тяговой способности клиноременных передач с различными способами натяжения ремня, применяемых в сельскохозяйственном машиностроении [Текст] / Ю.В. Чупрынин, О.В. Рехлицкий, А.А. Калиновский // Механика машин, механизмов и материалов. – 2015. – № 4 (33). – С. 36-41.

УДК 629

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КУЗОВНОГО РЕМОНТА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

К.т.н. Д.С. Карпов, к.т.н. И.М. Соцкая
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: стапель, кузов, рама, кабина, правка, кузовной ремонт.

В настоящей работе проведен анализ стапельного оборудования для кузовного ремонта, применяемого в настоящее время не только на территории РФ, но и во всем мире. На основе теоретических и практических данных предлагаются рекомендации по унификации предлагаемого оборудования и повышению эффективности производственной деятельности предприятия в рамках такого показателя, как производительность труда.

THE ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGIES OF BODY REPAIR OF VEHICLES

Candidate of Technical Sciences D.S. Karpov,
Candidate of Technical Sciences I.M. Sotskaya
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: stapel, body, frame, cab, straightening, body repair.

In the present work the analysis of the stacker equipment for kusonogo fixation currently used not only in Russia but throughout the world. On the basis of theoretical data and practical recommendations on the standardization of the proposed equipment and to improve production efficiency of the enterprise activity under this indicator as labour productivity.

Автомобиль должен быть сконструирован так, чтобы в экстремальных ситуациях обеспечить безопасность находящихся в салоне водителя и пассажиров, так как транспортное средство массой в одну тонну при скорости движения 50 км/ч обладает такой же энергией, какую имеет обломок скалы массой 100 тонн, перемещающийся со скорость 3,6 км/ч, т.е. 1 м/с. При каждом разгоне требуется привести в движение всю массу транспортного средства. Чем выше масса, тем больше энергии затрачивается на трогание с места и разгон транспортного средства, а соответственно тем выше расход топлива. Идеальные условия безопасности можно создать, оснастив транспортное средство тяжелым жестким кузовом, но данный факт повлечет за собой резкое снижение динамических качеств, повышение расхода топлива, а соответственно и увеличение вредного воздействия на окружающую среду. Поэтому оптимальный баланс между массой автомобиля и его характеристиками безопасности постоянно является для конструкторов актуальным вопросом. Для уменьшения последствий аварии конструкторами была увеличена длина деформируемой части кузова, что обеспечило наибольшее гашение энергии деформации и повышение жесткости конструкции салона.

Базовый конструктивно-каркасный элемент транспортного средства представляет собой жесткую механическую систему, определяющую форму и размеры транспортного средства, а также являющегося основанием для монтажа (навешивания и крепления) съемных элементов (узлов, агрегатов, систем, механизмов и деталей). Базовыми конструктивно-каркасными элементами ТС являются каркас кузова, кабины или платформы, а также рама, которые состоят из жестко скрепленных между собою опорных конструктивных составляющих (стержней, балок, опор, кронштейнов, лонжеронов, соединителей, поперечин, усилителей). Можно провести такую параллель, что для любой машины кузов (кабина, рама) аналогичен фундаменту дома. Кузов является самой большой частью автомобиля и определяет его внешний вид, а поэтому именно кузовной ремонт является определяющим для качества и надежности последующего ремонта во многих случаях.

Кузовной ремонт – это восстановление геометрических параметров кузова (кабины, рамы) транспортного средства до первоначального состояния, заложенного инженерами при его конструировании и изготовлении. Кузовной ремонт транспортного средства – сложный технологический процесс, требующий как высокой квалификации и ответственности мастеров, так и наличия специального оборудования, применения современных технологий и качественных материалов.

Принципиальные основы и практика ремонта автомобильных кузовов подразумевают под собой знание теоретических основ свойств обрабатываемых материалов и верное представление о всех операциях ремонтного процесса, а также правильную последовательность применяемых рабо-

чих операций, которая обычно определяется характером деформации кузова, кабины или рамы транспортного средства при дорожно-транспортном происшествии.

К сложному оборудованию для восстановления геометрии кузова, рамы, кабины относят стапель. Стапель для кузовного ремонта или стенд для правки кузовов аварийных автомобилей входит в число оборудования для правочных работ, необходимого для осуществления качественного кузовного ремонта при тяжелых повреждениях кузова и устранения любой сложности перекосов геометрических параметров кузова, кабины или рамы транспортного средства. Различные виды стапелей для кузовного ремонта от ведущих производителей гарантируют проведение работ по восстановлению геометрии кузова с учетом контрольных точек автомобиля, определенных производителем. При проведении работ на таком оборудовании для ремонта кузовов, как стапели, как правило, проводится общий контроль качества выполненных работ. Для этой цели используются специальные системы измерения, включая компьютерный контроль основных геометрических параметров кузова.

Существует несколько типов стапелей для правки кузовов, для выполнения правочных работ определенной степени сложности – это рамные стапели, напольные стапели и платформенные стапели для кузовного ремонта.

Рамный кузовной стапель представляет собой стальную раму, к опорным частям которой при помощи специальных захватов крепится автомобиль. К поврежденной части кузова при помощи зажимов крепится цепь, идущая от силового устройства рихтовочного стенда, которым, в свою очередь, управляет многотонный гидравлический насос. Натягивая посредством гидравлики цепь и происходит процесс вытягивания, выпрямления нужной поверхности кузова. Существуют как мобильные, так и стационарные варианты рамных стапелей. Его вид представлен на рисунках 1 и 2.

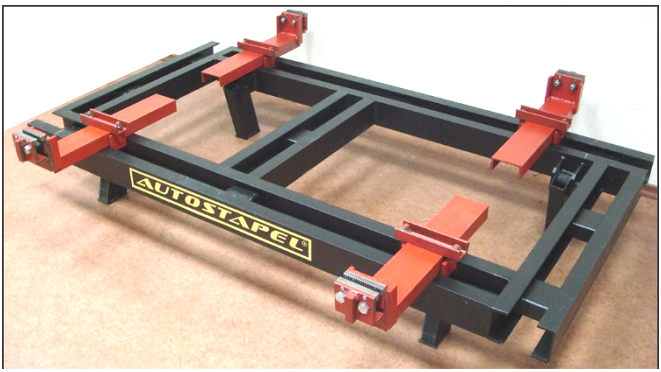


Рисунок 1 – Общий вид рамного стапеля (рама)

Рисунок 2 – Общий вид рамного стапеля
с силовой установкой для правки

Напольный стапель для кузовного ремонта представляет собой геометрическую конструкцию из силовых направляющих – рельс, закладываемых в бетонное основание пола. Непосредственно к этим направляющим и крепятся оснастка и силовые элементы стапеля. Ввиду того, что силовая рама рихтовочного стенда не выступает над уровнем пола, место расположения стапеля можно использовать и для других работ, например арматурных или локальной покраски. Рабочих же элементов стапеля, таких как векторный усилитель или захваты, может быть неограниченное количество, и их число регулируется лишь разумностью и платежеспособностью. К недостаткам напольного стапеля можно отнести увеличенное время при сборке нужных конструкций, позиционировании элементов и некоторые ограничения при построении векторов.

Общий вид напольного стапеля приведен на рисунке 3, а стапель данной классификации в работе – на рисунке 4.

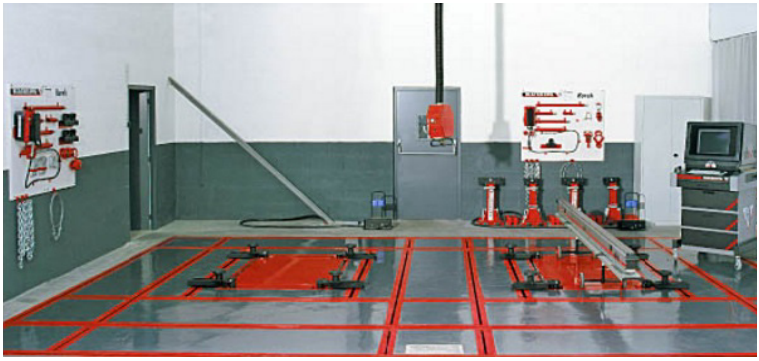


Рисунок 3 – Общий вид напольного стапеля

Рисунок 4 – Напольный стапель с закрепленным объектом ремонта (в процессе правки)

Платформенный стапель имеет в основе габаритную платформу с множеством отверстий для крепления силовых элементов и оснастки. Кузовной стапель такого типа позволяет качественно закрепить поврежденный кузов без его точного позиционирования относительно платформы, что несомненно экономит время. Платформа стапеля, более жесткая по сравнению с рамным стапелем, позволяет работать без поправок «на люфты» и соответственно более точно задавать усилие, что, в частности, сказывается и на скорости работы. Большое количество точек креплений оснастки дает возможность задавать практически любой вектор при правке. Представлен на рисунках 5 и 6.

Рисунок 5 – Общий вид платформенного стапеля с двумя силовыми башнями с усилием по 10 т

Рисунок 6 – Платформенный стапель в процессе правки сложного перекоса

Именно данный вид стапеля подвергся усовершенствованию на рассматриваемом ремонтном предприятии Центр Кузовного Ремонта ООО «Логистик».

Следует также отметить, что перед установкой транспортного средства на стапель для правки кузова проводится широкий спектр арматурных и слесарных работ по снятию с ТС узлов и агрегатов, элементов кузова и салона, повреждение которых может произойти при проведении восстановительных работ.

Стапельные работы в общем случае включают следующие основные технологические этапы: подготовка стапеля; установка и закрепление поврежденного транспортного средства на стапеле; проверка по контрольным точкам геометрии зон повреждения кузова, а также транспортного средства в целом с помощью специального измерительного инструмента; проведение работ по устранению перекоса (восстановление геометрических параметров конструкции кузова, рамы, кабины); проверка геометрических параметров после проведения восстановительных работ; антикоррозионная обработка внутренних полостей, затронутых перекосом элементов транспортного средства.

Проведение работ по устранению перекоса подразумевает вытяжку поврежденного элемента силовыми устройствами до того момента, когда начинается отрыв деформируемой части. Возникает вопрос – почему восстановление формы вытяжкой следует осуществлять, пока не начнется отрыв деформированной части? Объясняется это тем, что до тех пор, пока эта часть составляет одно целое с кузовом, усилие вытяжки, создаваемое тянущим устройством, воспринимается всем кузовом. Благодаря этому детали кузова, подлежащие следующей рихтовке, вытягиваются, занимая первоначальное положение. Восстановление формы кузова требует определенных практических навыков, прежде всего это обуславливается тем,

что следует установить точное направление силы или, так сказать, воздействия в процессе деформации. Дело в том, что направление усилия, необходимого для восстановления первоначальной формы кузова (кабины, рамы), должно быть строго противоположно той силе, которая вызвала его деформацию. А если точнее, угол, под которым необходимо производить вытяжку кузова, должен быть равен углу, под которым был направлен удар при столкновении.

Эффективность производственной деятельности предприятия характеризуется производительностью труда и выражается в увеличении количества продукции в единицу рабочего времени или уменьшении количества времени, затрачиваемого на производство единицы продукции. В сервисном ремонтном предприятии такой единицей является нормочас, т.е. количество затрачиваемого времени при проведении ремонтных воздействий, оптимизацией которого и стало внедрение следующих инженерных решений.

Установка автомобиля на стапель выполняется поддомкрачиванием каждого опорного колеса транспортного средства поэтапно, с закреплением кузова (рамы) ТС на тисочных зажимах, для жесткой фиксации при проведении правочных работ во время приложения нагрузки. Нами было предложено усовершенствовать платформенную конструкцию за счет монтажа на внутренних отбортовках рамы платформы стапеля пневматического подъемного устройства, позволяющего снизить затраты труда при установке транспортного средства на стапель. Устройство представлено на рисунке 7.

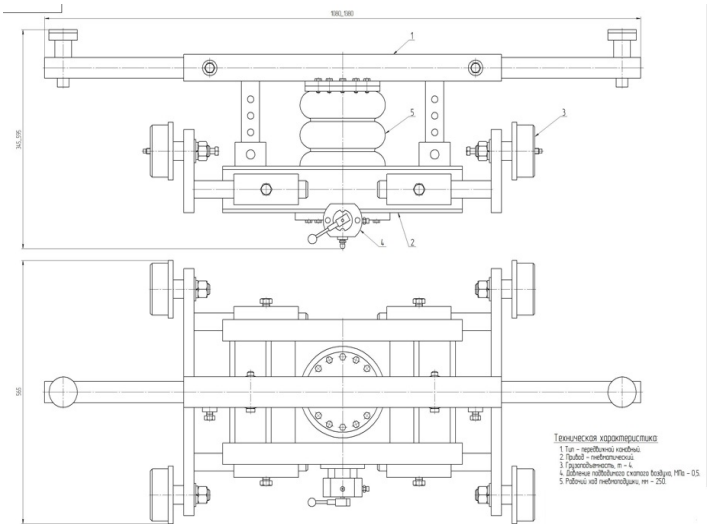


Рисунок 7 – Пневматический подъемник для стапеля Сивер

Данная конструкция позволяет специалисту не вывешивать каждое колесо ТС по отдельности, а позволяет поднимать разово переднюю или заднюю оси ТС при подготовке. После монтажа данного пневматического подъемника удалось значительно (вдвое) снизить затраты труда на подготовительные операции при устранении перекосов базовых конструктивно-каркасных элементов транспортного средства. Затраты труда при установке транспортного средства на стапель составляют в среднем от полутора до четырех часов, а после внедрения пневматического подъемника – до полутора часов в зависимости от типа транспортного средства. Данный момент повышает свою актуальность при устранении перекосов малой сложности, где подготовительные работы по установке автомобиля на стапель занимают большую часть в общей трудоемкости работ, чем правочные, т.е. работы по устранению несложного перекоса элементов ТС. Иными словами, установка транспортного средства на стапель занимает больше времени, чем процесс правки и восстановления геометрических параметров. Как показано в таблице 1, работы по устранению несложного перекоса (перекоса малой сложности) составляют от 0,5 до 5 нормочасов по данным НИИАТ, в состав которых входит и установка автомобиля на стапель, которая составляет, как говорилось выше, от 1,5 до 4-х часов).

Таблица 1 – Рекомендуемые трудоемкости работ по типам перекосов

Тип перекоса	Трудоемкость, нормочас
Перекос малой сложности	0,5-5,0
Перекос средней сложности	5,0-8,0
Перекос повышенной сложности	8,0-12,0
Перекос особой сложности	12,0-20,0

Вторым рациональным предложением было изготовление универсальных тисочных зажимов для данного платформенного стапеля при проведении правочных работ рамных автомобилей, что позволило устранять сложные перекосы рамных конструктивно-базовых элементов, таких как рама и кабина на платформенном стапеле. На рисунке 8 показан масштаб тисочных зажимов для кузова и рамы.

После анализа существующих конструкций на рынке на рассматриваемом предприятии было принято решение о самостоятельном производстве, что снизило затраты предприятия в оборудование на 60% (себестоимость производства данных конструкции составила 80 000 рублей) и расширило спектр предлагаемых услуг предприятия.

Таким образом, поврежденный кузов закрепляют зажимами за отбортовку порогов (а рамное ТС – на элементы рамы), затем проверяют соосность измерительной платформы с осью кузова, а после установки платформы в заданное положение производят фиксации. Перед любой вытяжкой

или правкой необходимо расфиксировать стойки или опустить подвижный цилиндр, чтобы не повредить их. Правка осуществляется путем создания давления в гидроцилиндре до тех пор, пока базовые точки поврежденной части кузова (рамы, кабины) не совпадут с фиксированными значениями.

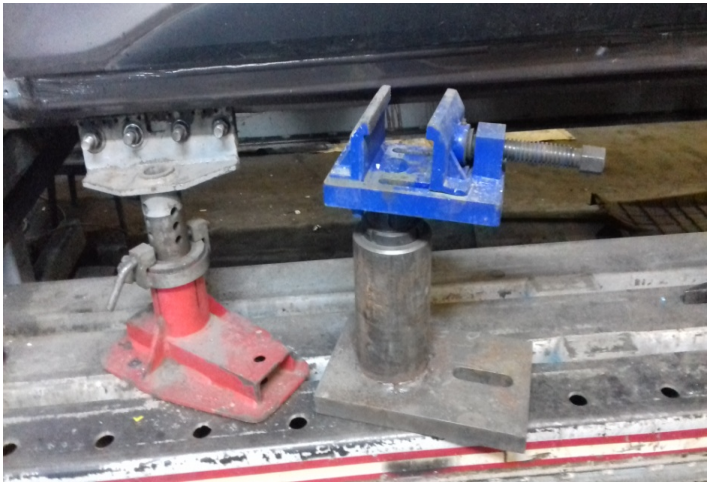


Рисунок 8 – Тисочные зажимы для закрепления элементов ТС на стапеле

Существующие предложения аналогов данных зажимов предусмотрены в основном для напольных стапелей, а стоимость комплекта колеблется в пределах 200-300 тыс. руб. в зависимости от производителя и универсальности рассматриваемой конструкции. Поскольку спектр применяемого оборудования и оснастки для проведения качественного ремонта широк, а стоимость его измеряется десятками и сотнями тысяч рублей, собственникам и управленцам ремонтных предприятий приходится оптимизировать расходы предприятия по данной статье. Внедрение данных решений позволило для предприятия оптимизировать затраты труда при проведении подготовительных работ на стапеле, расширить спектр услуг за счет возможности правки рамных автомобилей (таких как Митсубиши Л200) и снизить затраты статьи расходов: оснастка и оборудование по этим позициям более чем на 50%.

Литература

1. Дамшен, К. Ремонт автомобильных кузовов [Текст] / К. Дамшен. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – 240 с.
2. Портер, Л. Автомобильные кузова. Руководство по ремонту [Текст] / Л. Портер. – М.: Альфамер-Паблишинт, 2007. – 281с.
3. Лапин, В.С. Ремонт и восстановление кузовов автомобилей [Текст] / В.С. Лапин, В.В. Вольберг. – М.: Высшая школа, 1988. – 122 с.

УДК 631.35

СНИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ КОНСТРУКЦИИ МОСТА УПРАВЛЯЕМЫХ КОЛЕС ВЫСОКОКЛИРЕНСНОЙ САМОХОДНОЙ КОСИЛКИ

А.Н. Кондрашова, Д.В. Джасов
(НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Республика Беларусь),
к.т.н. В.Б. Попов
(ГГТУ им. П.О. Сухого, Гомель, Республика Беларусь)

Ключевые слова: мост управляемых колес, напряженно-деформированное состояние, материалоемкость.

Приведено описание конструкции моста управляемых колес косилки самоходной, сформированы режимы нагружения и проведен анализ напряженно-деформированного состояния элементов моста.

THE REDUCTION OF THE MATERIAL OF CONSTRUCTION AXLE OF THE STEERED WHEELS OF A HIGH CLEARANCE FARMING SELF-PROPELLED MOWER

A.N. Kondrashova, D.V. Jasov
(NTCK JSC «Gomselmash», Gomel, Republic of Belarus),
Candidate of Technical Sciences V.B. Popov
(EI GSTU, Gomel, Republic of Belarus)

Keywords: the axle of the steered wheels, stress-strain state, materials consumption.

The short description axle of the steered wheels design of a self-propelled mower, regimes of loading are generated and the analysis of the mode stress-strain state of axle elements.

Мост управляемых колес представляет собой качающуюся балку, установленную в цилиндрическом шарнире, расположенном на раме косилки. На раме моста расположен механизм поворота колес, состоящий из рулевой трапеции и силовых гидроцилиндров. Поворотные кулаки расположены по бортам моста и вращаются вокруг шкворней, прикрепленных к кронштейнам балки моста. Кулаки правого и левого борта соединены рулевой тягой. Поворот каждого кулака осуществляется гидроцилиндром, который одним концом шарнирно закреплен на балке моста, а другим концом шарнирно закреплен на рычаге кулака. За счет механизма поворота рулевой трапеции осуществляется согласованный поворот колес косилки в обе стороны.

Большой клиренс, который необходим для укладки скошенной технологической массы в валок между колесами, является отличительной особенностью конструкции управляемого моста косилки. Из-за этой конструктивной особенности элементы механизма поворота колес расположены в разных плоскостях, а также шкворни и стойки кулаков имеют большую длину. Поэтому необходимо обеспечить жесткость и прочность конструкции управляемого моста с одновременным обеспечением минимальной материалоемкости для различных режимов эксплуатации косилки.

В литературе широко освещены особенности проектирования мостов управляемых колес различных типов колесных машин [1, 2], однако недостаточно внимания уделено мостам управляемых колес высококлиренсных самоходных косилок.

Постановка задачи

Для обеспечения жесткости и прочности моста управляемых колес при одновременном обеспечении минимальной материалоемкости необходимо сформировать режимы нагружения, которые позволят достичь указанной цели.

При движении косилки по дороге либо по пересеченной местности на управляемый мост действует часть веса машины с динамическим догружением. С другой стороны при повороте колес на кулаки и балку моста действуют силы от гидроцилиндров, приложенные в местах их крепления. При этом максимальная величина силы от гидроцилиндров достигается при повороте колес на месте, когда динамическое догружение моста отсутствует. Силы, действующие на элементы конструкции моста, от правого и левого гидроцилиндров разные, так как при повороте колес в одну сторону в одном из гидроцилиндров рабочей полостью является поршневая, а во втором – штоковая.

Величины этих сил могут быть вычислены после предварительного проведения кинематического и силового расчета рычажного механизма поворота колес по методике, изложенной в литературе [3, 4]. По величине потребного давления для поворота колес на месте определяются силы, действующие на рычаги кулаков и места крепления гидроцилиндров на балке моста. При этом максимально возможная величина сил может быть вычислена по максимальному давлению в гидросистеме рулевого управления, ограниченному настройкой предохранительного клапана. Для реализации этого режима необходимо обеспечить неподвижность хотя бы одного из колес, что в реальных условиях эксплуатации машины соответствует блокировке колеса от поворота. На основании описанных выше силовых факторов формируются режимы нагружения моста.

Режимы нагружения моста

Для проведения расчета на прочность моста управляемых колес косилки самоходной выбраны два режима нагружения, соответствующие

различным условиям эксплуатации, не пересекающимся во времени, и формирующие наибольшие нагрузки в элементах конструкции.

1. Первый режим соответствует движению косилки на транспортной скорости по полевой дороге. На мост действует вертикальная нагрузка от веса опирающейся на него части машины с коэффициентом динамики в вертикальной плоскости. Величина коэффициента динамики для этого режима соответствует экспериментально подтвержденной величине для аналогичной машины и принята равной $k_Д = 2$. Силы от подруливания на этом режиме, действующие от гидроцилиндров на элементы моста, незначительны и ими можно пренебречь.

2. Второй режим нагружения имитирует поворот колес на месте в среднем положении механизма при условии блокирования от поворота одного из колес. В этом положении плечи гидроцилиндров максимальны и осуществляется максимальное нагружение элементов конструкции. Одновременно на этом режиме на мост действует вертикальная нагрузка от веса опирающейся на него части машины без динамического догружения.

Напряженное состояние моста управляемых колес

Картину напряженно-деформированного состояния моста управляемых колес косилки целесообразно получить путем построения твердотельной модели моста и расчетом в одном из конечно-элементных пакетов.

На рисунке 1 показаны результаты расчета полей эквивалентных напряжений конструкции моста управляемых колес косилки в условиях первого режима нагружения. Для удобства отображения результатов полей напряжений правый кулак с рычагом и поперечная тяга скрыты.

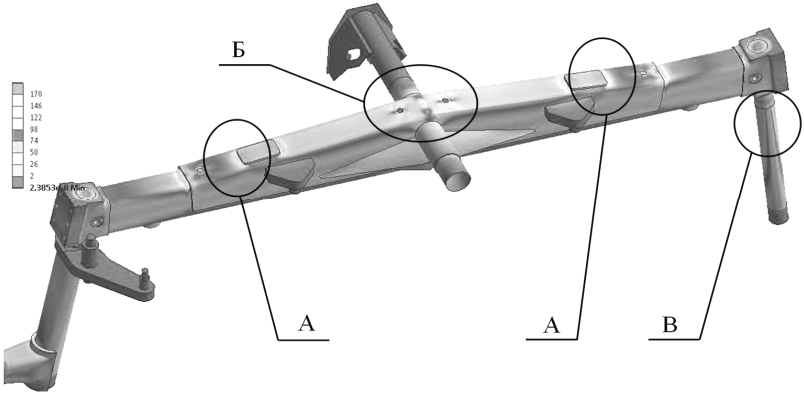


Рисунок 1 – Поля эквивалентных напряжений для 1-го режима

Как показывает анализ результатов расчета, наиболее нагруженными на этом режиме оказались центральная часть балки моста и шкворни колес.

Пики напряжений присутствуют в центральной части балки в зонах крепления оси качания (зона Б, рисунок 1), в зоне приварки усилителя балки моста (зона А, рисунок 1) и в верхней части шкворней (зона В, рисунок 1).

На рисунке 2 изображены поля эквивалентных напряжений в конструкции моста для второго режима нагружения. Как следует из результатов расчета, максимальные напряжения для этого режима присутствуют в местах приварки кронштейнов крепления гидроцилиндров (зона Г), крепления шарниров гидроцилиндров на кулаках (зона Д) и верхней части стоек кулаков (зона Е).

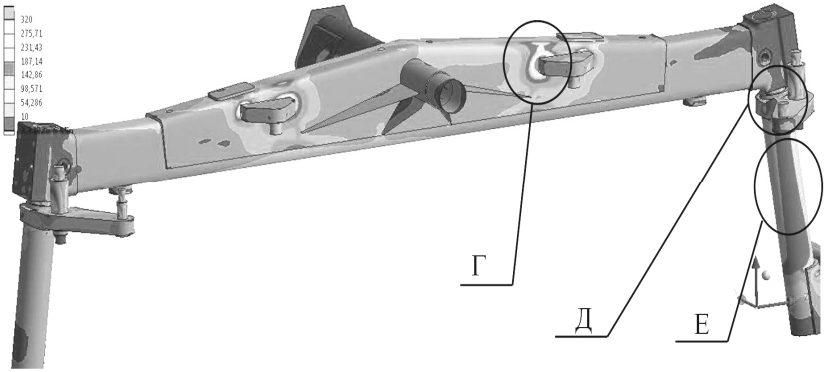


Рисунок 2 – Поля эквивалентных напряжений для 2-го режима

Результаты расчета запасов прочности элементов конструкции моста для принятых режимов нагружения сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета запасов прочности конструкции

Зоны действия максимальных напряжений	Запас прочности по пределу текучести
Нижняя зона центральной части балки	2,5
Зоны приварки усилителя к балке (А, рисунок 1)	1,7
Верхняя зона центральной части балки (Б, рисунок 1)	2
Верхняя часть шкворней (В, рисунок 1)	2
Зона приварки кронштейнов крепления гидроцилиндров (Г, рисунок 2)	1,1
Зона приварки оси крепления гидроцилиндра на рычаге (Д, рисунок 2)	2,4
Верхняя часть стоек кулаков (Е, рисунок 2)	1,55

По результатам расчета для режима действия максимальной силы от гидроцилиндров в наиболее нагруженной зоне (зона Г, рисунок 2) запас

прочности по пределу текучести составляет всего 1,1 (см. таблицу 1). С учетом того, что в реальных условиях является спорным защемление колеса от поворота, такой запас прочности для опытного образца машины целесообразно признать достаточным, а работоспособность этой зоны в реальных условиях подлежит проверке при проведении испытаний опытного образца.

Как показали полевые испытания опытного образца косилки, мост управляемых колес, рассчитанный по сформированным режимам нагружения и имеющий приведенное выше напряженное состояние на этих режимах, обеспечивает выполнение возложенных на него функций с достаточным уровнем надежности.

Выводы

1. На режиме движения косилки по полевой дороге с транспортной скоростью наиболее нагруженными зонами являются центральная часть балки моста и верхние части стоек кулаков. На режиме поворота колес на месте наиболее нагруженными являются зоны крепления гидроцилиндров на балке моста и на кулаках, а так же стойки кулаков. Благодаря проведенному расчету, анализу и корректировке конструкции материалоемкость моста удалось снизить на 5% от первоначально спроектированной.

2. Конструкция моста для данной косилки с используемым конкретным адаптером обеспечивает выполнение возложенных на него функций с достаточным уровнем надежности, что подтвердили полевые испытания.

3. Полученная модель напряженно-деформированного состояния моста управляемых колес и сформированные режимы нагружения позволяют провести всесторонний анализ конструкции, оптимизировать конструкцию с целью снижения ее материалоемкости и оценить работоспособность моста управляемых колес косилки самоходной в условиях реализации максимально возможных нагрузок.

Литература

1. Гуськов, В.В. Тракторы, теория [Текст] / В.В. Гуськов. – М.: Машиностроение, 1988. – 210 с.
2. Наумов, Е.С. Рулевое управление колесных тракторов [Текст] / Е.С. Наумов, В.М. Шарипов, И.М. Эглит. – М., 1999. – 42 с.
3. Рехлицкий, О.В Математическое описание механизма поворота колес самоходной сельскохозяйственной машины [Текст] / О.В. Рехлицкий, Ю.В. Чупрынин, Д.В. Джасов // Механика машин, механизмов и материалов. – 2014. – № 2 (27). – С. 23-29.
4. Джасов, Д.В. Применение векторного анализа для математического описания пространственных рычажных механизмов на примере моста управляемых колес сельскохозяйственной машины [Текст] / Д.В. Джасов, А.Я. Машук, Ю.В. Чупрынин // Сборник научных трудов «Актуальные вопросы машиностроения». Вып. 2. – Минск, 2013. – С. 102-106.

УДК 631.354.22

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ АБРАЗИВНОГО ДИСКА НА СТЕБЕЛЬ ЗЛАКОВОГО РАСТЕНИЯ

Аспирант Б.И. Макурин
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: параметры, силы воздействия, абразивный диск, стебель.

Рассмотрена кинематика и динамика взаимодействия стебля злакового растения с абразивным диском. Задача исследования – определение нормальных сил, сил трения, скольжения и покоя абразивного диска о стебли злаковых растений.

DETERMINATION OF PARAMETERS OF THE ABRASIVE DISK ON THE STEM OF GRASS PLANTS

Postgraduate student B.I. Makurin
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: parameters, impact forces, abrasive disc, stem.

Considered the kinematics and dynamics of the interaction of the stem of cereal plants with an abrasive disk. The objective of the study was to determine the normal forces, friction forces, sliding and grinding wheel resting on the stems of cereal plants.

Методика

Теоретический анализ взаимодействия абразивного диска со стеблем злакового растения, рассмотрение кинематики и динамики процесса среза абразивным диском. Проведение лабораторных опытов для определения нормальных сил, сил трения, скольжения и покоя абразивного диска о стебли злаковых растений.

Результаты

Солома является полезнейшим побочным продуктом производства зерна. Незерновую часть урожая убирают в прессованном, цельном или измельченном виде. Для измельчения соломы, при уборке урожая прямым комбайнированием, применяют измельчители, устанавливаемые вместо копнителя. Недостаток таких устройств – в необходимости транспортировки незерновой части злаковых растений через весь комбайн, в том числе и через молотилку. Две трети мощности двигателя расходуется на обмолот соломы, а затраты энергии на транспортировку соломы от жатки до измельчителя сопоставимы с затратами энергии на извлечение зерна из колосьев и очистку зернового вороха [2, 3].

Резание – технологический прием разделения физического объекта с помощью силового воздействия острым инструментом. Стебли сельскохозяйственных злаковых растений представляют собой конструкцию малого веса, большой прочности и гибкости. Сопротивление изгибу стебля круглого сечения одинаково в любом направлении. В сечении стебель злакового растения представляет трубку. Оптимальный способ перерезания трубки характеризуется:

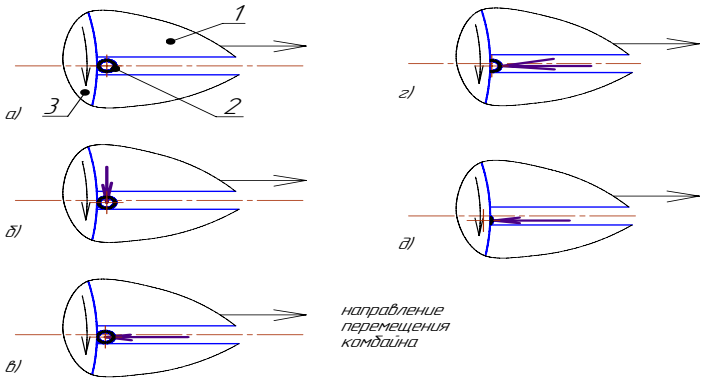
а) отсутствием ее деформации при резании;

б) наличием вращения трубки при резании.

Для срезания растений в конструкции зерноуборочных комбайнов обычно используют сегментно-пальцевые режущие аппараты. Несмотря на небольшую долю энергии, затрачиваемой на привод сегментно-пальцевого режущего аппарата в общей удельной энергии, расходуемой зерноуборочным комбайном, срезание стеблей растений осуществляется не вполне оптимальным способом.

Оптимальный способ измельчения стеблей растений, остающихся после среза их верхних частей при их уборке, можно осуществить дисковыми режущими устройствами. Из конструктивной компоновки установлено, что в жатке, шириной захвата четыре метра, будет расположено сто шестьдесят дисков. Целесообразнее в конструкции применять легкие абразивные диски. Предлагаемый материал дисков – карбид кремния, армированный углеродным волокном.

Рассмотрим кинематику и динамику взаимодействия стебля растения с абразивным диском. Резание стебля растения диском включает 5 этапов (рисунок 1).



1 – брус; 2 – стебель растения; 3 – абразивный диск.

Рисунок 1 – Этапы срезания стебля дисковым режущим устройством: а) соприкосновение, б) касание упора бруса, в) начало резания, г) разрезание, д) дорезание

Первые два этапа подготовительные. Сначала, перемещаясь по прорези бруса, стебель растения касается абразивного диска (рисунок 1, а). Так как он вращается, то сдвигает стебель в прорези в сторону до упора в правую кромку бруса (рисунок 1, б). Затем абразивный диск прорезает стебель (рисунок 1, в), разрезает (рисунок 1, г) и дорезает его (рисунок 1, д).

Возможны три варианта расположения прорези в брусе относительно оси абразивного диска (рисунок 2).

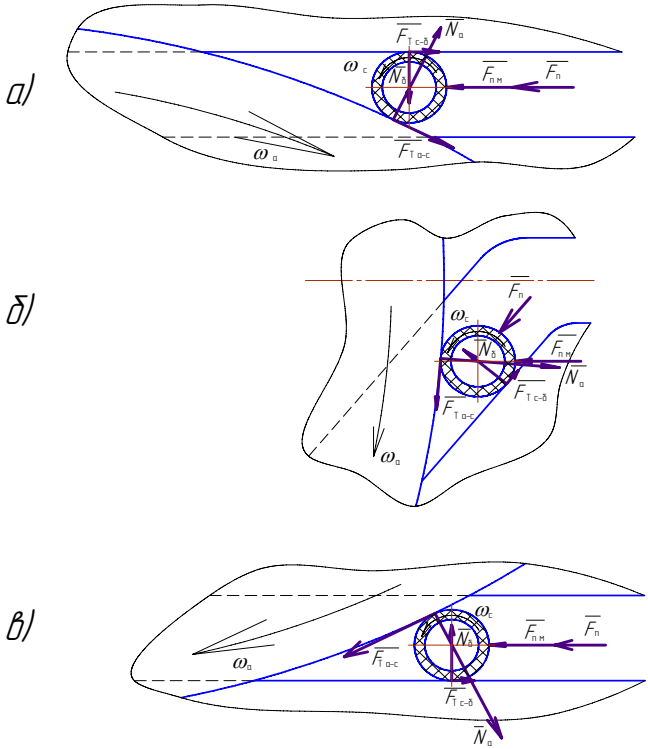


Рисунок 2 – Варианты расположения прорези в брусе:
а) прорезь располагается (по ходу) левее оси абразивного диска; б) ось прорези совпадает с осью абразивного диска; в) прорезь располагается правее оси абразивного диска. Силы, воздействующие на стебель растения, когда он находится в прорези бруса: $N_а$ – нормальная реакция абразивного диска; $N_б$ – нормальная реакция бруса; $F_{Т\ д\text{-}с}$ – сила трения между абразивным диском и стеблем; $F_{Т\ с\text{-}б}$ – сила трения между стеблем и брусом; $F_{п\ м}$ – сила воздействия на стебель планки мотовила; $F_п$ – сила, создаваемая подпором других стеблей

Если прорезь будет располагаться левее оси абразивного диска (рисунок 2, *а*, а он при взгляде сверху вращается по часовой стрелке, то будет наблюдаться выталкивание стебля из зоны резания. Вариант изготовления прорези в брусе, представленный на рисунке 2, *б*, сложен. Более рационален вариант, показанный на рисунке 2, *в*. Вращающийся абразивный диск, благодаря силе трения, удержит стебель растения в прорези до полного его перерезания.

Для определения нормальных сил, сил трения, скольжения и покоя абразива о стебли зерновых были проведены опыты. Повторность измерения принята четырехкратная. Для имитации воздействия абразивного диска на стебель растения использовали П-образную раму, на которую помещали грузы. Толщина рамки составляла 1 мм. Увеличивая нагрузку, фиксировали ее величину в момент деформации стебля. После этого разрезали все части стебля вдоль пополам и аналогично нагружали их. Затем аналогичный опыт проводили, нагружая 1/4 стеблей растений. Результаты опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Предельная нормальная сила, воздействующая на стебель

№ опыта	Полный стебель, Н	1/2 стебля, Н	1/4 стебля, Н
1	6,25	2,75	5,50
2	6,75	3,25	5,75
3	7,25	3,50	5,65
4	5,25	3,00	5,6
Среднее значение	6,4	3,1	5,6

В следующих опытах находили силу трения покоя и силу трения скольжения абразивного диска о стебель ржи. На несколько разрезанных вдоль стеблей был помещен абразивный диск, нагрузка которого на каждый стебель соответствовала нормальной силе смятия стебля – 5,6 Н. Абразивный диск протягивали вдоль стеблей. При этом измеряли усилие в момент начала движения абразивного диска и при его скольжении.

Проведены две серии опытов. В первой серии абразивный диск воздействовал на наружную поверхность стеблей. Во второй серии абразивный диск воздействовал на внутреннюю поверхность стеблей. Измеряли силу трения диска об их внутреннюю поверхность. Результаты опытов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средние значения сил трения скольжения и покоя абразива о стебли ржи

Поверхность стебля	Сила трения покоя, Н	Сила трения скольжения, Н
Наружная	2,50	2,35
Внутренняя	3,10	2,65

Выводы

1. Измельчение стеблей зерновых растений жаткой, оснащенной дисковым режущим устройством, позволит уменьшить энергию и расход мощности двигателя, затрачиваемых на уборку зерновых культур, и использовать соломенную резку в животноводстве. Анализ кинематики и динамики взаимодействия абразивного диска со стеблем злакового растения позволил выбрать оптимальный вариант конструкции дискового режущего устройства.

2. Исходя из результатов опытов, установлено, что:

а) коэффициент трения покоя абразивного диска по наружной поверхности стебля ржи f = 0,45, а по внутренней поверхности f = 0,55;

б) коэффициент трения скольжения абразивного диска по наружной поверхности стебля ржи f = 0,42, а по внутренней поверхности f = 0,47.

Литература

1. Николаев, В.А. Совершенствование зерноуборочного комбайна: конструктивная компоновка, теория и расчет [Текст]. Часть 1: монография / В.А. Николаев. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2015. – 252 с.

2. Вендин, С.В. Затраты энергии при измельчении зеленой массы трав [Текст] / С.В. Вендин, Н.А. Жаворонко // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: Материалы IV Международной научно-производственной конференции. – Белгород: Белгородская ГСХА, 2000. – 231 с.

3. Качество измельчения и разбрасывания соломы комбайнами [Текст] / Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.И. Мартышов // Сельский механизатор. – 2014. – № 5. – С. 10-11.

УДК 631.334

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-УДОБРИТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВЛАГОНАКОПЛЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Д.т.н. В.А. Милюткин
(ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, Кинель, Россия)

Ключевые слова: влага, снег, накопление, почва, обработка, удобрения, плодородие.

В статье представлены исследования технологий снегозадержания и влагонакопления – преимущественно культиватором-рыхлителем «Cenius-TX» фирмы «AMAZONEN-Werke» (Германия), обеспечивающим по-

глощение почти всей влаги от снега 30-70 см с исключением водной эрозии. Также в агрегате имеется большеобъемный (4200 л) бункер X Tender для минеральных удобрений, что обеспечивает внутрипочвенное внесение минеральных удобрений рабочим органом C-Mix-40 на глубину до 30 см, что значительно повышает плодородие почвы.

MODERN TILLAGE-FERTILIZER UNITS FOR EFFICIENT MOISTURE ACCUMULATION AND IMPROVE SOIL FERTILITY

Doctor of Engineering Sciences V.A. Milyutkin
(FSBEI HE Samara, Kinel, Russia)

Keywords: moisture, snow accumulation, soil treatment, fertilizer-of fertility.

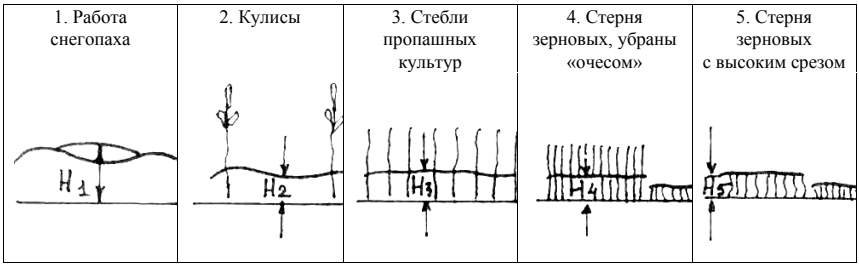
This paper presents the research of technologies snow-detention and vlagonakopleniya mainly cultivator – loose-lem «Cenius-TX» company «AMAZONEN -Werke» (Germany), to provide conductive-absorption of almost all of the moisture from the snow 30-70 cm with the exception of water erosion. Also in the large-unit there (4200 l) X Tender hopper for fertilizer that provides subsurface mineral fertilizers working body C-Mix-40 to a depth of 30 cm, which greatly improves the fertility of the soil.

Многочисленными многолетними исследованиями, в том числе и нашими [1-10], установлено, что при агрохимическом повышении плодородия почвы при максимальном влагонакоплении в степных регионах значительную эффективность обеспечивает внутрипочвенное внесение удобрений.

Материалы и методы исследований

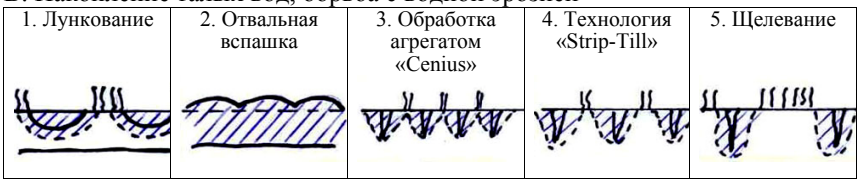
Изучив различные технологии задержания снега (рисунок 1) как значительного источника естественно-природной влаги (до 1/3 всей годовой влаги), установлено, что в нынешних условиях энерго- и ресурсоэкономии наилучшим будет стерневая обработка рыхлительными рабочими органами, в нашем случае агрегатом «Cenius-TX», на глубину 30 см, при этом в разрыхленный слой специальными рабочими органами C-Mix-40 с расстановкой в поперечной плоскости – 27-28 см впитается практически вся влага от выпавшего снега высотой 30-70 см, что при существующем влагосодержании в снеге составит в среднем 25-35 см талых вод. Данная технология из всех рассмотренных наиболее эффективна и наименее затратна.

А. Снегозадержание – формирование снежного покрова при различных технологиях



$H_1>H_2>H_3>H_4>H_5$; $З_1>З_2>З_3$; $З_4$;$З_5$ ($З_3 \approx З_4 \approx З_5$)

В. Накопление талых вод, борьба с водной эрозией



$W_I > W_{II} > W_{III} > W_{IV} > W_V$; $З_I > З_{II} > З_{III} > З_{IV} > З_V$; $Э_I > Э_{II} < Э_{III;} Э_{III} \approx Э_{IV} > Э_V$

А – Снегозадержание – формирование снежного покрова при различных технологиях; В – Накопление талых вод, борьба с водной эрозией: Н – высота снежного покрова; З – затраты по технологиям; Э – эффективность технологий (с учетом затрат и объема сохраненной влаги); W – объем разрыхленной почвы для эффективного влагонакопления.

Рисунок 1 – Технологии влагонакопления

Результаты и их обсуждение

Рекомендуемый для широкого использования комбинированный агрегат фирмы «AMAZONEN-Werke» (рисунок 2) на сегодняшний день наиболее совершенный из всех известных в мире и остро необходим для всех регионов России при производстве сельхозпродукции с высокими урожайностью и качеством.

Основой агрегата является напорный бункер объемом 4200 л, который разделен на две равные секции. Бункер X Tender можно использовать для одновременного внесения удобрений и посевного материала, или двух различных видов удобрений. На выбор предлагаются различные дозирующие катушки в зависимости от вида материала или свойства удобрений. В качестве опции AMAZONEN предлагает так же известный посевной терминал Twin Terminal 3,0.

При использовании ISOBUS – терминала AMAZONE возможно так же дифференцированное внесение удобрений.

Рисунок 2 – Бункер X Tender с культиватором Ctnius-TX
для внутрипочвенного внесения удобрений

Для комбинирования бункера X Tender с культиватором Cenius-TX фирма «AMAZONEN-Werke» (Германия) предлагает специальные стойки для внесения удобрений, которые можно использовать в комбинации с лапами C-Mix – 80,100 или новыми лапами C-Mix 40. С помощью регулируемой задвижки на стойках можно настроить глубину, на которую нужно внести удобрения. Возможны три варианта внесения удобрений: 100% в почву, 50% в почву / 50% на поверхность почвы, 100% на поверхность почвы.

Фирма AMAZONE разработала новую лапу C-Mix 40 специально для рыхления почвы на глубину до 30 см. По сравнению с лапой C-Mix 80 тяговая потребность в этом случае минимизируется. На конце лапы установлена твердосплавная пластина для существенного снижения продольного износа, что позволяет в течении всего срока службы лапы не проводить регулировку глубины обработки.

Выводы

Агрохимическое повышение плодородия почвы при использовании минеральных удобрений при их высокой цене будет эффективным с применением технологий, обеспечивающих полное усвоение растениями питательных веществ (даже в засушливые годы), то есть когда удобрения вносятся внутрипочвенно во влажные корнеобитаемые слои почвы.

Широкое практическое применение многочисленных известных почвообрабатывающе-удобрительных агрегатов сдерживалось из-за малого объема бункеров для удобрений, что снижало общую производительность всего агрегата. Фирмой «AMAZONEN-Werke» создан агрегат для внесения удобрений в почву при наличии большого (4200 л и более) бункера для удобрений. Включение в агрегат культиватора-рыхлителя «Cenius-TX» с рабочими органами для внесения удобрений на глубину 30 см позволят их дифференцированно вносить в различные почвенные горизонты, а разрыхленная ими почва при основной обработке обеспечит максимальное влагонакопление зимних осадков, что исключит водную эрозию.

Литература

1. Милюткин, В.А. Эффективность ресурсосберегающих элементов применения удобрений при внедрении прямого посева [Текст] / В.А. Милюткин, Н.И. Несмеянова, М.А. Беляев // АгроXXI. – 2007. – № 7-9. – С. 39-41.
2. Милюткин, В.А. Эффективность дифференцированного внесения минеральных удобрений комбинированным агрегатом при энергосберегающих технологиях [Текст] / В.А. Милюткин, А.В. Милюткин, М.А. Беляев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4. – С. 73-74.
3. Milyutkin, Vladimir Biological parameters of the plant root system the design of tillage fertilizing machines [Text] / Vladimir Milyutkin, Igor Borodulin, Zoya Antonova // Science, Technology and Higher Education: materials of the V International research and practice conference, Westwood, June 20, 2014/ publishing office Accent Graphics communications – Westwood – Canada, 2014. – P. 18-23.
4. Милюткин, В.А. Мировое развитие сберегающих технологий и перспективы в Российской Федерации [Текст] / В.А. Милюткин. – 2002. – № 6. – С. 20-22.
5. Милюткин, В.А. Новый способ дифференцированного внесения удобрений при посеве сельскохозяйственных культур [Текст] / В.А. Милюткин, М.А. Канаев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 3. – С. 16-19.
6. Милюткин, В.А. Разработка машин для подпочвенного внесения удобрений на основании агробиологических характеристик растений [Текст] / В.А. Милюткин, М.А. Канаев, А.В. Милюткин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 3. – С. 16-19.
7. Милюткин, В.А. Анализ способов реализации точного координатного земледелия [Текст] / В.А. Милюткин, М.А. Канаев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 3. – С. 3-5.
8. Милюткин, В.А. Повышение продуктивности сельхозугодий внутрипочвенным внесением основных видов удобрений при точном (координатном) земледелии [Текст]: монография / В.А. Милюткин, Г.И. Казаков, А.П. Цирулев и др. – Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – 270 с.
9. Казаков, Г.И. Экологизация и энергосбережение в земледелии Среднего Поволжья [Текст]: монография / Г.И. Казаков, В.А. Милюткин. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 245 с.
10. Способ и устройство для внесения удобрений при культивировании [Текст] : пат. 376743 Рос.Федерация : МПК. А 01С15/00 / Милюткин В.А., Ларионов Ю.В., Канаев М.А. ; заяв. 27.08.2007 ; опубл. 27.08.2007.

УДК 621.184.64

СИСТЕМА РЕКУПЕРАЦИИ ДЛЯ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ И СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

К.т.н. О.Г. Несиоловский, аспирант И.В. Черноногова
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: малая мощность, теплообменник, утилизатор теплоты, вентиляция.

В статье рассматриваются актуальные вопросы энергосбережения посредством использования теплообменника-утилизатора малой мощности.

RECOVERY SYSTEM FOR HEAT GENERATING DEVICES, SMALL POWER AND VENTILATION SYSTEMS

Candidate of Technical Sciences O.G. Nesiolovskiy,
postgraduate student I.V. Chernonogova
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: small power, heat exchanger, heat recovery unit, ventilation.

The article considers topical issues of energy saving through the use of heat exchanger-heat exchanger low power.

Тепловая энергия – основной вид энергии, потребляемый в мире, в том числе в сельском хозяйстве, в пищевой промышленности и для бытовых нужд. Одна из существенных проблем современности заключается в том, что необходимо экономить энергетические ресурсы. Цены на топливо и энергоносители склонны к колебаниям, хотя в перспективе они будут расти. Наиболее перспективные пути экономии теплоты и топлива основаны на использовании возобновляемых и вторичных источников энергии. Большой энергосберегающий потенциал содержится в продуктах сгорания топлива, сжигаемого в производственных и бытовых устройствах. Уходящие из установок продукты сгорания (которые относятся к вторичным энергоресурсам) несут, как правило, значительное количество теплоты. Эта теплота может быть полезно использована. В мощных теплогенерирующих установках (от нескольких сотен киловатт и более) уже достаточно давно применяют различные устройства для утилизации теплоты отработавших газов. Это, как правило, какие-либо теплообменные устройства или целые системы для подогрева воздуха или воды (на рисунках 1 и 2 представлены подобные системы на основе вращающегося теплообменника – регенератора). Подобные устройства и системы имеют значительные

габариты, вес и стоимость и поэтому крайне редко применяются в маломощных установках, сжигающих органические топлива. Существуют также системы утилизации тепла при вентиляции помещений. Основой подобных систем являются, как правило, кожухотрубный или пластинчатый теплообменники (рисунки 3, 4).

Для маломощных генераторов теплоты (хлебопекарно-кондитерские печи, котлы систем отопления, водогрейные газовые колонки и т.д.) требуются специальные эффективные малогабаритные и недорогие теплоутилизирующие устройства и системы. Пример подобного устройства рассмотрен ниже (рисунок 5).

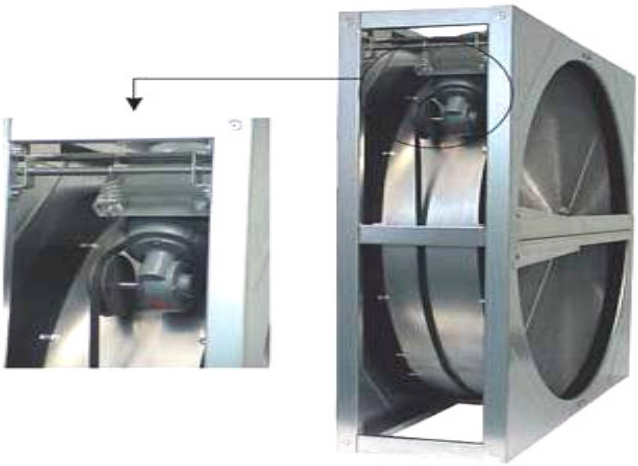


Рисунок 1 – Роторный рекуператор

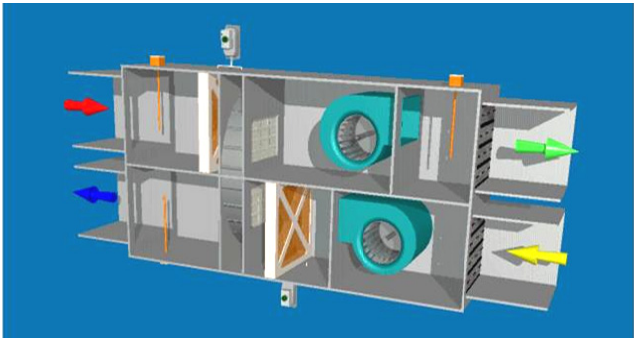


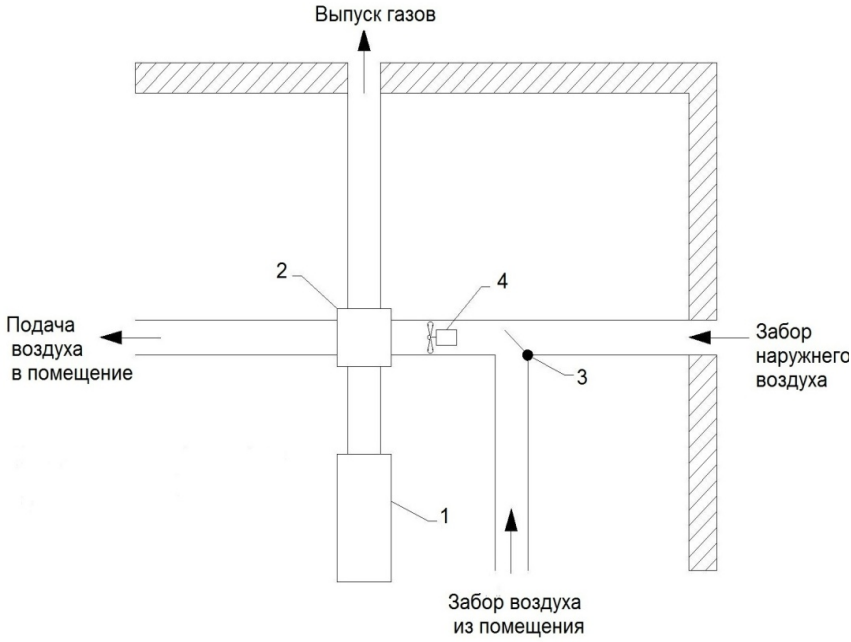
Рисунок 2 – Установка утилизации теплоты на основе роторного рекуператора

Рисунок 3 – Рекуператоры фирмы ТеФо®
с кожухотрубным теплообменником

Рисунок 4 – Секция пластинчатого противоточного рекуператора

В этом устройстве в качестве вторичного энергоресурса используются отработавшие газы, поступающие от теплогенерирующего устройства в рекуперативный теплообменник. Теплообменник состоит из системы алюминиевых гофрированных пластин, в котором горячий и холодный теплоносители движутся между этими пластинами, не перемешиваясь друг с другом. Забор воздуха подводят через соответствующие входные патрубки из помещения или снаружи помещения. Имеется заслонка, которая позволяет контролировать забор воздуха с улицы. При движении потоков че-

рез теплообменник происходит передача теплоты через стенки от отработавших газов к холодному, приточному воздуху. Затем эти потоки выводят из теплообменника и далее через соответствующие выходные патрубки отработавшие газы – на улицу, а нагретый воздух – в помещение. Далее воздух идет на технологические нужды или на теплоснабжение. При небольшой доработке эта система может использоваться и для утилизации тепла в системе вентиляции помещения.



1 – теплогенерирующее устройство, 2 – рекуперативный теплообменник, 3 – заслонка, 4 – вентилятор.

Рисунок 5 – Схема системы утилизации теплоты отработавших газов теплогенерирующего устройства

Основой системы является теплообменник. Он прост и недорог в изготовлении, так как основа его состоит из тонких гофрированных алюминиевых пластин (рисунок 6). На основе одних и тех же пластин можно производить несколько теплообменников различной тепловой мощности меняя только их количество. Он имеет высокую эффективность теплообмена (большая площадь контакта через пластины и малое термическое сопротивление самих пластин), относительно невысокую стоимость и удобство в эксплуатации (можно заменять кассету с пластинами, не производя их чистку).

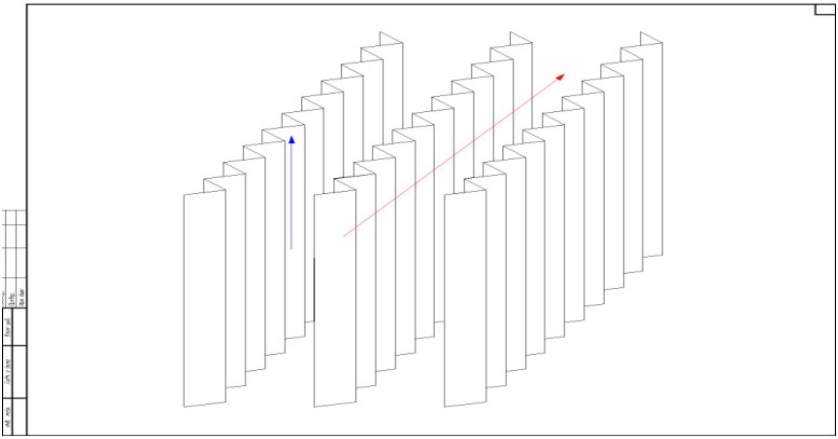


Рисунок 6 – Схема пластин теплообменника

Выводы

Для обеспечения высокоэффективной работы пластинчатого теплообменника требуется определить:

1. Наилучшие, с точки зрения эффективности теплообмена, геометрические параметры пластин (форма и шаг неровностей).
2. Шаг установки пластин.
3. Материал пластин.
4. Критериальные уравнения для случая обтекания пластины продольным и поперечным потоком газа.

Литература

1. Амерханов, Р.А. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства [Текст] / Р.А. Амерханов, А.С. Бессараб, Б.Х. Драганов, С.П. Рудобашта, Г.Г. Шишко. – М.: Колос-Пресс, 2002. – С. 5-12.
2. Байгалиев, Б.Е. Теплообменные аппараты [Текст]: учебное пособие / Б.Е. Байгалиев, А.В. Щелчков, А.Б. Яковлев, П.Ю. Гортышов. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. университета, 2012. – С. 43-59.

УДК 621.436.018

ЗАВИСИМОСТИ, ПОЛУЧЕННЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ АНАЛИЗА КИНЕМАТИКИ ПЛАНКИ МОТОВИЛА НОВОГО ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Д.т.н. В.А. Николаев
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: мотовило, закономерности взаимодействия планок мотовила с растениями, окружная скорость, нижнее ребро планки, мощность на привод.

Представлены зависимости, полученные в результате анализа кинематики планки мотовила нового зерноуборочного комбайна. Вычислена мощность на привод мотовила без учета трения в приводе.

CURVES OBTAINED IN THE ANALYSIS OF THE KINEMATICS OF THE STRAP REEL NEW COMBINE HARVESTER

Doctor of Technical Sciences V.A. Nikolajev
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: swift, the patterns of interaction between the slats of the reel with plants, the circumferential speed of the lower edge of the strap, the power to the drive.

We presented curves obtained in the analysis of the kinematics of the strap of reel of new combine harvester. We calculated power to drive the reel without friction in the actuator.

Методика

Теоретический анализ кинематики планки мотовила.

Результаты

Мотовило жатки зерноуборочного комбайна, разработанного в ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА [1], имеет существенные отличия от аналогичных конструкций современных комбайнов. Так, диаметр траектории осей планок мотовила $d = 0{,}55$ м, высота планок – 0,2 м, угловая скорость – $\omega_{\text{м}} = 5$ рад/с.

Планки мотовила совершают неплоскопараллельное движение, а в момент вхождения в хлебную массу совершают поворот относительно своих осей на угол 10°, отделяя захваченную порцию растений от остальной хлебной массы. В журнале «Вестник АПК Верхневолжья» [2] определены параметры взаимодействия планки мотовила со стеблем растения в

период отделения захваченной порции растений от остальной хлебной массы.

Чтобы определить закономерности взаимодействия планок мотовила с растениями в процессе работы, необходимо знать скорости планки в любом положении мотовила. Выявим зависимости кинематических параметров элементов мотовила от угла φ поворота его вала. Для этого разобьем траекторию осей планок мотовила на 16 частей (рисунки 1 и 2) и отметим на ней точки 1, 2, 3….

Перемещая планку по отмеченным точкам, определим траекторию нижнего ребра планки мотовила. Измерив радиусы r_1, r_2…, определим окружную скорость нижнего ребра планки мотовила в различных положениях. Спроецировав окружную скорость нижнего ребра планки мотовила на горизонтальное и вертикальное направление, получим горизонтальную и вертикальную составляющие скорости.

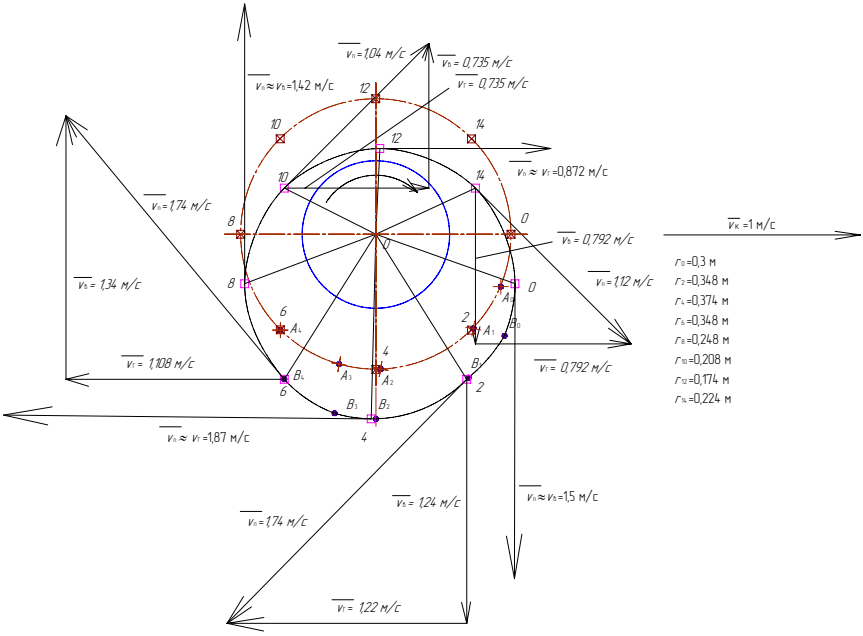


Рисунок 1 – Окружная скорость нижнего ребра планки мотовила в четных точках траектории и ее составляющие

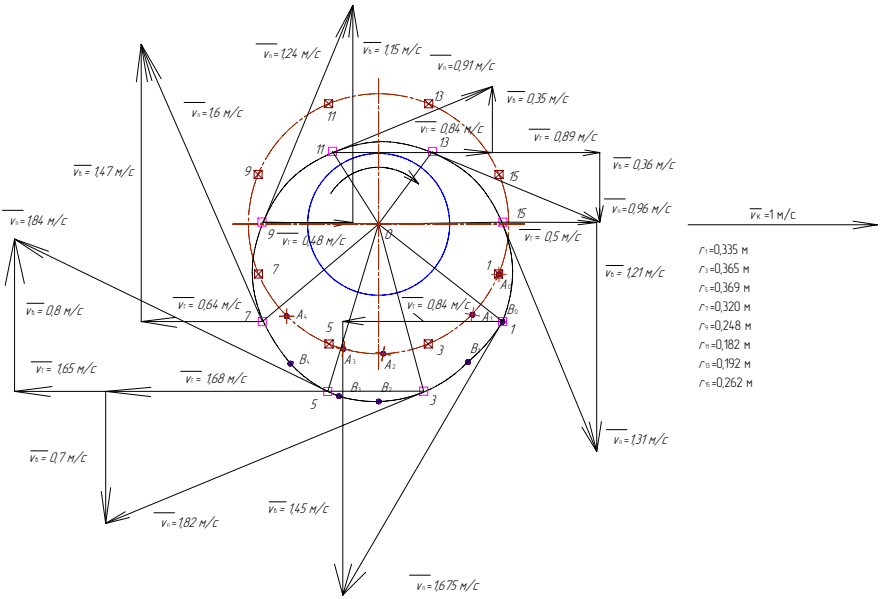


Рисунок 2 – Окружная скорость нижнего ребра планки мотовила в нечётных точках траектории и её составляющие

Время полного оборота мотовила:

$$\tau_{\text{общ}} = \frac{2\pi}{\omega_{\text{м}}}\,;\ \tau_{\text{общ}} = 1{,}256\ \text{с}.$$

Следовательно, если скорость комбайна $v_{\text{к}} = 1\ \text{м/с}$, среднее время перемещения планки из одного положения в другое $\tau = \frac{1{,}256}{16} = 0{,}0785$ с. Воспользовавшись программой Excel, построим зависимости скоростей нижнего ребра планки мотовила от угла поворота вала мотовила в различных координатах (рисунки 3–7). Результаты аппроксимаций и их достоверность показаны на полях графиков.

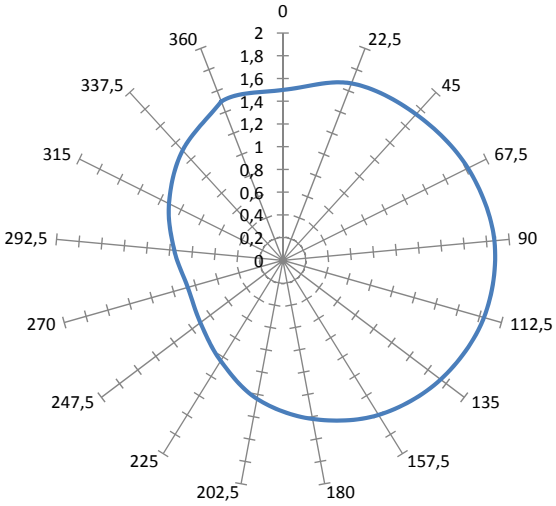


Рисунок 3 – Зависимость окружной скорости нижнего ребра планки мотовила от угла поворота его вала

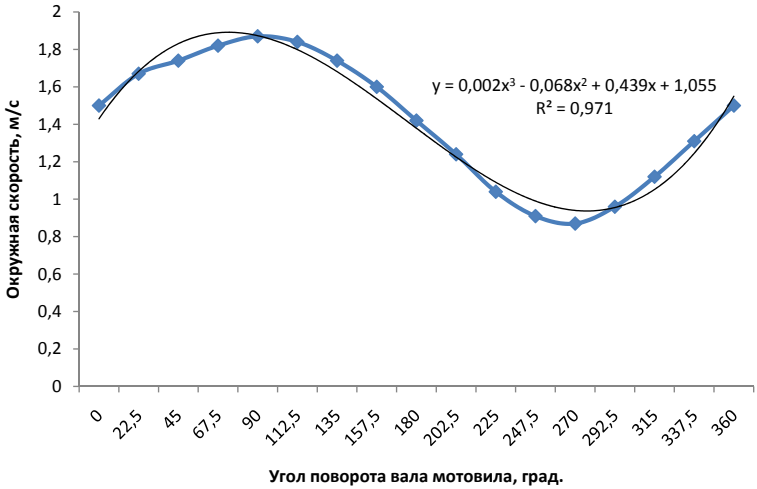


Рисунок 4 – Зависимость окружной скорости нижнего ребра планки мотовила от угла поворота его вала

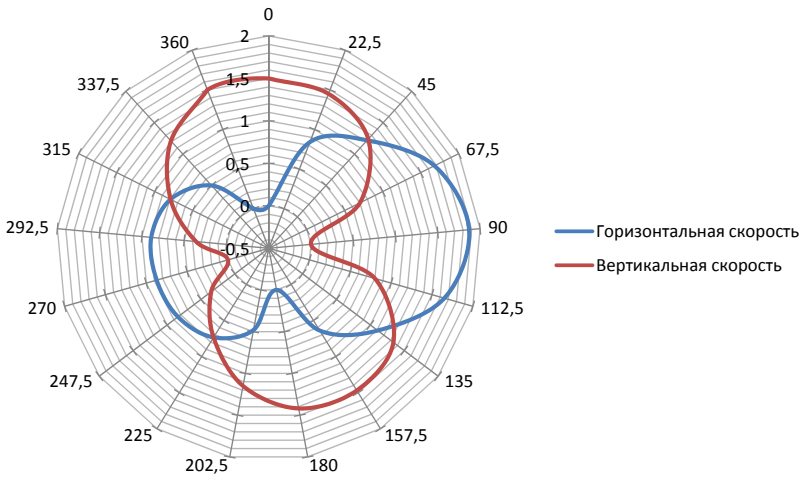


Рисунок 5 – Зависимость горизонтальной и вертикальной скорости нижнего ребра планки мотовила от угла поворота его вала

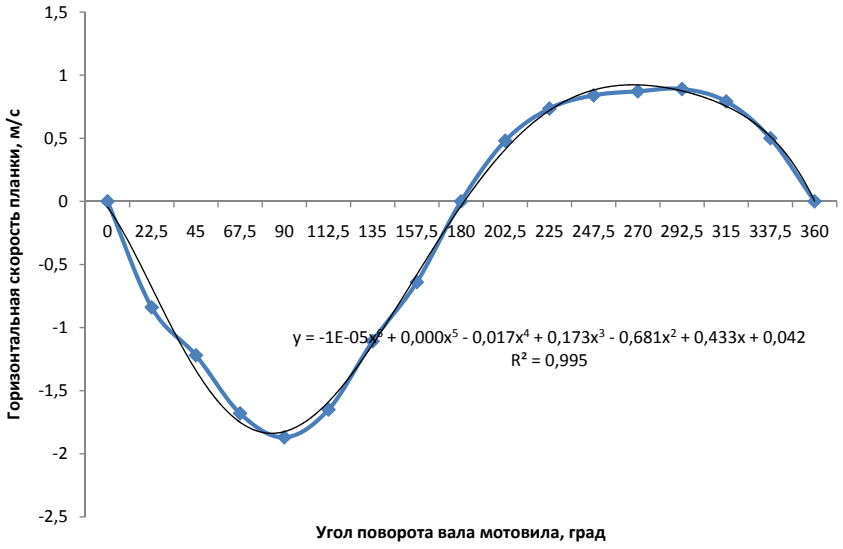


Рисунок 6 – Зависимость горизонтальной скорости нижнего ребра планки мотовила от угла поворота его вала

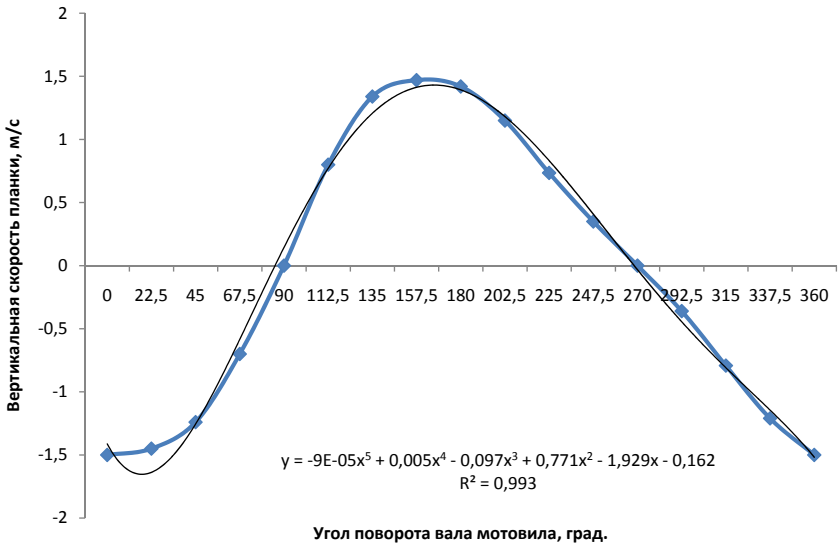


Рисунок 7 – Зависимость вертикальной скорости нижнего ребра планки мотовила от угла поворота его вала

Если скорость комбайна $v_к = 1$ м/с, а время полного оборота мотовила $\tau_{общ} = 1{,}256$ с, то за один оборот мотовила комбайн переместится на расстояние $s_{общ} = 1{,}256$ м. Если плотность растений на одном квадратном метре поля $N = 600$, каждая планка мотовила захватит

$$n = N\frac{s_{общ}}{n_м}, \quad (1)$$

где $n_м$ – количество планок из конструктивной компоновки $n_м = 8$.

$$n \approx 95 \text{ растений.}$$

Если жатка шириной $B = 4$ м, а делители разделяют хлебную массу на участки шириной $b = 0{,}1$ м, то каждая планка мотовила захватит в участке

$$n_у = \frac{bn}{B}. \quad (2)$$

$$n_у = \frac{0{,}1 \cdot 95}{4} = 2{,}375 \text{ растений.}$$

Примем силу воздействия планки мотовила на одно растение постоянной, не зависящей от стадии его резания: $F_1 = 1{,}34$ Н [3]. Допустим, что растения поступают для резания непрерывно. Тогда вращающий момент привода вала мотовила, необходимый для обеспечения резания растений:

$$M_{\text{р}} = \frac{F_1 B}{b}\frac{d}{2} \text{ Нм}, \quad (3)$$

где d – диаметр траектории осей планок мотовила; из [2] $d = 0{,}55$ м.

$$M_{\text{р}} = 14{,}74 \text{ Нм}.$$

Сопротивление воздуха движению мотовила можно принять равным создаваемому динамическому напору:

$$p_{\text{д}} = 0{,}5\rho v^2 \text{ Па}, \quad (4)$$

где ρ – плотность воздуха, примем $\rho = 1{,}225$ кг/м^3; v – скорость воздушного потока.

В конструкции мотовила есть различные элементы, создающие динамический напор при вращении вала мотовила. Однако наибольшую долю в создании динамического напора вносят планки. Вклад остальных элементов конструкции незначительный и его можно учесть коэффициентом $k_{\text{д}} = 1{,}2$, на который умножим динамический напор, создаваемый планками.

Строго говоря, скорость воздушного потока при вращении планок будет изменяться по более сложному закону, но для простоты вычислений примем скорость воздушного потока, равной окружной скорости планок. Окружная скорость планок варьируется от 0,87 м/с до 1,87 м/с. Поэтому формула (4) примет вид:

$$p_{\text{д}} = 0{,}5\rho \int_{0{,}87}^{1{,}87} v^2 dv. \quad (5)$$

Интегрируя, получим: $p_{\text{д}} = 1{,}2$ Па.

Сила, необходимая для создания динамического напора воздуха

$$F_{\text{в}} = p_{\text{д}} n_{\text{м}} \int_{s\,min}^{s\,max} s\, ds, \quad (6)$$

где $s\,min, s\,max$ – наименьшая и наибольшая площадь сечения планки, перпендикулярного вектору окружной скорости; $n_{\text{м}}$ – количество планок мотовила, $n_{\text{м}} = 8$.

Наименьшая площадь сечения равна сумме толщины планки и диаметра оси планки [2]. Пренебрегая толщиной планки, $s\,min = 0{,}025$ м^2. Наибольшая площадь сечения планки $s\,max = 0{,}2 \cdot 4 = 0{,}8$ м^2 . Тогда

$$F_{\text{в}} \approx 6 \text{ Н}.$$

Вращающий момент привода вала мотовила, необходимый для преодоления сопротивления воздуха перемещению планок,

$$M_{\text{в п}} = F_{\text{в}} \frac{d}{2} \text{ Нм}, \quad (7)$$

$$M_{\text{в п}} = 1{,}65 \text{ Нм};$$

с учётом сопротивления воздуха перемещению других элементов мотовила

$$M_{\text{в}} = k_{\text{д}} M_{\text{в п}};\ M_{\text{в}} = 1{,}2 \cdot 1{,}65 \approx 2 \text{ Нм}.$$

Общий момент, необходимый для вращения мотовила,

$$M_{\text{м}} = M_{\text{р}} + M_{\text{в}} + M_{\text{т}}, \quad (8)$$

где $M_{\text{т}}$ – вращающий момент, необходимый для преодоления сил трения в подшипниках и копирующих роликах. Примем $M_{\text{т}} = M_{\text{в}}$. Тогда

$$M_{\text{м}} = 14{,}74 + 2 + 2 = 18{,}74 \text{ Нм}.$$

Так как угловая скорость вала мотовила должна строго соответствовать скорости комбайна, его привод осуществим от приводного колеса с левой стороны жатки.

Примем конструктивно диаметр приводного колеса 400 мм. Тогда за один оборот поверхность колеса проделает путь $\pi d_{\text{к}} = 3{,}14 \cdot 0{,}4 = 1{,}256$ м. Если скорость комбайна $v_{\text{к}} = 1$ м/с, то за одну секунду колесо совершит $\frac{1}{1{,}256} = 0{,}796$ оборота. Угловая скорость колеса $\omega_{\text{к}} = 2\pi \cdot 0{,}796 = 5$ рад/с. Так как угловая скорость вала мотовила $\omega_{\text{м}} = 5$ рад/с, передаточное отношение от колеса к мотовилу $i = \frac{\omega_{\text{к}}}{\omega_{\text{м}}} = 1$.

Мощность на привод мотовила без учета трения в приводе

$$N_{\text{м}} = M_{\text{м}}\omega_{\text{м}}, \quad (9)$$

$$N_{\text{м}} \approx 94 \text{ Вт} \approx 0{,}1 \text{ кВт}.$$

Следует учесть вероятность при уборке встречного ветра. Если допустить, что напор ветра на планки мотовила в их нижнем положении равен нулю, при встречном ветре 3,5 м/с динамический напор $p_{\text{д}} = 7{,}5$ Па. Сила, необходимая для преодоления динамического напора ветра, $F_{\text{в}} = 24$ Н, а вращающий момент $M_{\text{в}} = 6{,}6$ Нм. Этот момент следует добавить в формулу (8).

Вывод

Полученные параметры кинематики планки мотовила позволяют рассчитать привод мотовила и осуществить его конструктивную компоновку.

Литература

1. Зерноуборочный комбайн [Текст] : пат. 2486737 Рос. Федерация : МПК A01D41/00 (2006.01) A01D41/02 (2006.01) / Николаев В.А.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». – № 2011139738/13 ; заявл. 29.09.2011 ; опубл. 10.07.13, Бюл. № 19. – 15 с. : ил.
2. Николаев, В.А. Определение параметров взаимодействия планки мотовила со стеблем растения в период отделения захваченной порции растений от остальной хлебной массы [Текст] / В.А. Николаев // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014. – № 3. – С. 58-62.
3. Николаев, В.А. Определение параметров взаимодействия стебля растения с абразивным диском [Текст] / В.А. Николаев // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014. – № 2. – С. 81-85.

УДК 621.436.018: G31, 354, 2

ОПТИМАЛЬНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Д.т.н. В.А. Николаев
(ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия)

Ключевые слова: сушка зернового вороха, зерноуборочный комбайн, теплообменник, отработавшие газы, агент сушки.

Существует возможность значительно увеличить КПД двигателей, установленных на зерноуборочных комбайнах, путем передачи тепла отработавших газов агенту сушки зернового вороха. Представлена конструктивная компоновка оптимального теплообменника для осуществления сушки зернового вороха в комбайне.

THE OPTIMUM HEAT EXCHANGER COMBINE HARVESTER

Doctor of Technical Sciences V.A. Nikolajev
(FSBEI HE Yaroslavl SAA, Yaroslavl, Russia)

Keywords: drying of grain heap, combine harvester, heat exchanger exhaust gases, the drying agent.

There is a possibility to significantly increase the efficiency of engines that are installed on combine harvesters, by heat transfer of exhaust gas of the drying agent grain piles. The structural layout of the optimum heat exchanger for effecting drying of the grain piles in a food processor.

Методика

Конструктивная компоновка теплообменника для использования энергии топлива, сжигаемого в дизельном двигателе.

Результаты

Затраты энергии, финансовых средств на сушку зерна составляют существенную долю общих затрат, необходимых для производства зерна. В России и за рубежом ученые и конструкторы уделяют большое внимание совершенствованию технических средств сушки зерна. Однако, несмотря на многочисленные попытки ученых и конструкторов усовершенствовать сушку зерна, существенного уменьшения удельных затрат энергии на сушку не удается добиться. Зависимость скорости изменения влагосодержания зерна от длительности сушки показана на рисунке 1 [1].

При прогреве зерна удаляется преимущественно поверхностная влага. Дальнейший процесс сушки в основном ограничен скоростью миграции влаги от центра зерновок к их периферии. Эта скорость обусловлена соот-

ношением градиента влажности, способствующего миграции влаги, и градиента температуры, препятствующего этой миграции. Причем при сушке зерна имеются ограничения:

- температуры агента сушки;
- температуры нагрева зерна;
- толщина слоя высушиваемого зерна.

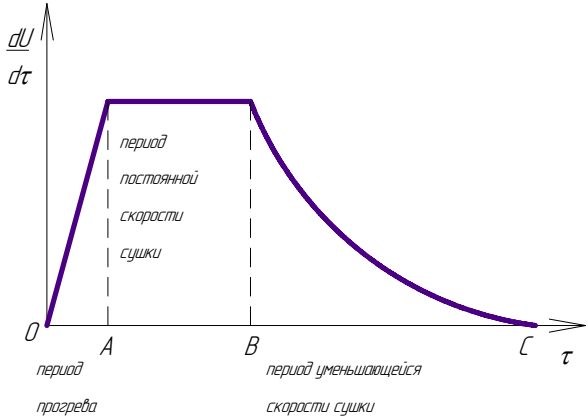


Рисунок 1 – Зависимость скорости изменения влагосодержания зерна от длительности сушки

Эти ограничения делают трудноосуществимым существенный прогресс энергосбережения при осуществлении сушки в сушилках, накладывают ограничения на время сушки, следовательно, пропускную способность сушилок. Поэтому при заданных исходных параметрах зерна и сушилки уменьшить время сушки сложно, так как невозможно увеличить скорость миграции влаги от центра зерновок к их периферии. Однако время сушки зерна в сушилке можно уменьшить, начав ее непосредственно после обмолота зерна, то есть в комбайне.

Сушка зернового вороха в комбайне позволит [2]:

а) уменьшить влажность зерна;

б) уменьшить затраты на перевозку зернового вороха от поля до сушилки, так как оно легче;

в) уменьшить затраты энергии на сушку зерна в сушилке;

г) улучшить сохранность зернового вороха до сушки в сушилке;

д) увеличить коэффициент полезного действия двигателя как тепловой машины.

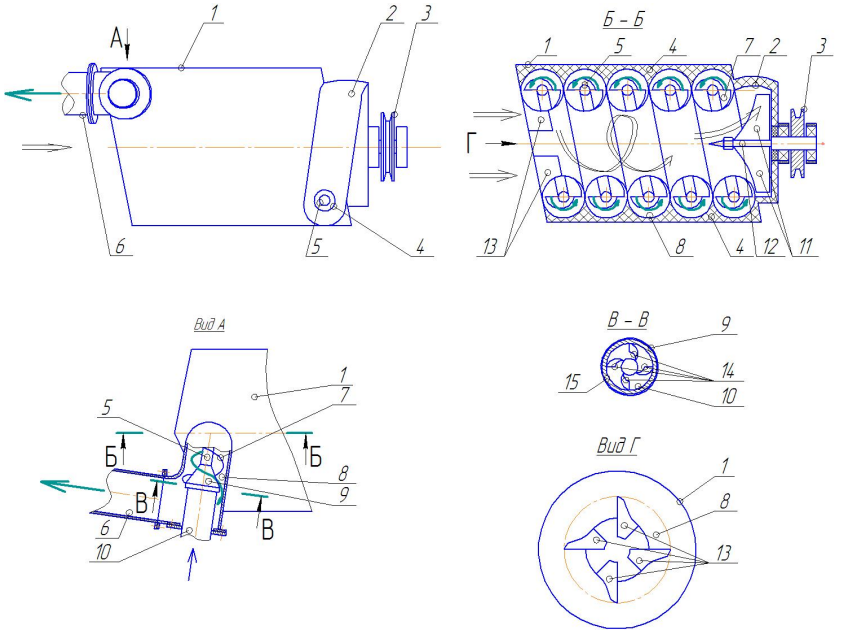
Эффективный коэффициент полезного действия лучших дизельных двигателей не превышает 42%. Более половины энергии топлива теряется в окружающую среду. В зерноуборочном комбайне есть возможность использовать эту энергию для частичной сушки зернового вороха за счет те-

пла отработавших газов, системы охлаждения, нагретых элементов поверхности двигателя, надуваемого воздуха.

Отработавшие газы опасно использовать для непосредственной сушки зернового вороха в связи с опасностью его возгорания. Для снятия поверхностной влаги с зерновок целесообразно применять в качестве агента сушки смесь воздуха, нагреваемого в теплообменнике, и холодного воздуха. Этот агент сушки, движущийся с высокой скоростью, также очищает зерно от примесей.

Для передачи тепла отработавших газов агенту сушки необходим эффективный теплообменник, в котором воздух нагревается за счет тепла отработавших газов. Одним из перспективных путей создания высокоэффективных теплообменников является интенсификация теплообмена в каналах за счет спирального движения потока газа. В основу конструкторской разработки теплообменника для нагрева агента сушки положен принцип завихрения потока газа.

На рисунке 2 представлена схема теплообменника. Теплообменник содержит кожух 1, на торцевой стороне которого установлен вентилятор 2, приводимый от двигателя посредством ременной передачи на шкив 3.



1 – кожух; 2 – вентилятор; 3 – шкив; 4 – теплоизоляция; 5 – труба теплоносителя; 6 – труба выходная; 7 – спираль; 8 – труба нагреваемого воздуха; 9 – конфузор; 10 – труба отработавших газов; 11 – лопасть; 12 – вал; 13 – лопатка; 14 – завихритель; 15 – уплотнение.

Рисунок 2 – Схема оптимального теплообменника

На вале 12 электродвигателя установлены лопасти 11. Внутри кожуха расположена теплоизоляция 4, а в ней – сваренная из секций труба нагреваемого воздуха 8 в виде спирали с приваренными к ней изнутри лопатками 13. К трубе нагреваемого воздуха присоединена труба выходная 6. Внутри трубы нагреваемого воздуха установлена труба теплоносителя 5, также выполненная в виде спирали и на выходе покрытая теплоизоляцией. К трубе теплоносителя снаружи приварена спираль 7. К торцевой части трубы теплоносителя приварен конфузор 9. Внутри конфузора установлены завихрители 14. К конфузору присоединена труба отработавших газов 10, на которую надето уплотнение 15.Теплоноситель из трубы отработавших газов движется через конфузор, где завихрители придают ему вращение, в трубу теплоносителя и перемещается по ней, отдавая через стенку тепло нагреваемому воздуху. Лопасти вентилятора засасывают наружный воздух из подкапотного пространства двигателя. На входе внутрь спирали из труб нагреваемого воздуха лопатки подогретому от двигателя воздуху придают вращательное движение. Он, перемещаясь внутри спирали из труб нагреваемого воздуха, дополнительно нагревается, а затем вентилятор подает его внутрь трубы нагреваемого воздуха. Спираль, приваренная к трубе теплоносителя, придает нагреваемому воздуху спиральное вращение вокруг нее. Нагреваемый воздух движется в противоположном направлении по отношению к направлению движения отработавших газов. На конечном участке движения нагретый воздух от воздействия центробежной силы выходит через трубу выходную.

В круглой трубе можно осуществить как местное, так и непрерывное по всей длине канала спиральное движение потока газа. В общем случае движущиеся по спирали потоки относятся к пространственным течениям в поле центробежных сил. В таких потоках соизмеримы две, а иногда и три составляющие вектора скорости по координатным осям. Спиральные течения характеризуются интенсификацией теплообмена.

Вывод

Для осуществления сушки зернового вороха в комбайне целесообразно использовать агент сушки, получаемый в теплообменнике. Конструктивная компоновка оптимального теплообменника предусматривает спиральное движение потоков отработавших газов и нагреваемого воздуха.

Литература

1. Баум, А.Е. Сушка зерна [Текст] / А.Е. Баум, В.А. Резников. – М.: Колос, 1983. – 213 с.

2. Зерноуборочный комбайн [Текст] : пат. 2479190 Рос. Федерация : МПК A01D41/02 (2006.01) A01D41/133 (2006.01) / Николаев В.А.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославская государст-

венная сельскохозяйственная академия». – № 2011111646/13 ; заявл. 28.03.2011 ; опубл. 20.04.13, Бюл. № 11. – 15 с. : ил.

УДК 633.2.03

ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, УБОРКИ И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ВИКО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ

Глава Крестьянского фермерского хозяйства А.С. Ширяев
(Ярославская область, Ярославский район, Россия)

Ключевые слова: вика яровая, бобовые культуры, азотфиксация, послеуборочная обработка, высокопитательный, легкоусвояемый корм.

Вика яровая – одна из основных однолетних бобовых культур кормового использования, которая является стабилизирующим фактором в сохранении и повышении плодородия почвы. Корма из вики яровой хорошо поедаются и легко усваиваются животными. Для успешного возделывания этой культуры требуется выбрать сорт, подходящий для определенного региона, также необходимы качественная подготовка почвы, соблюдение сроков посева и уборки и соблюдение технологического процесса послеуборочной обработки семян.

PROGRESSIVE TECHNOLOGY OF CULTIVATION, HARVESTING AND POST-HARVEST HANDLING VETCH-OAT MIXTURE

The head of the Peasant farming A.S. Shirjajev
(Yaroslavl region, Yaroslavl district, Russia)

Keywords: vetch, legumes, nitrogen fixation, post-harvest treatment, a highly nutritious, easily digestible food.

Vetch is one of the main annual legumes forage use, which is a stabilizing factor in maintaining and improving soil fertility. Feed from spring vetch are eaten well and are easily digested by animals. For the successful cultivation of this crop requires you to select a grade suitable for a specific region also need high-quality soil preparation, timeliness of planting and harvesting and observance of technological process of post-harvest handling of seeds.

На сегодняшний день пищевая, перерабатывающая промышленность и животноводство испытывают недостаток в растительном белке. Бобовые травяные корма – это один из основных источников возобновляемого растительного белка и энергии для животных.

Вика яровая – одна из основных однолетних бобовых культур кормового использования. В зеленой массе вики яровой содержится до 18,5% белка, в семенах – до 37% и более. По содержанию незаменимых аминокислот белок вики не уступает животным белкам. Также вика яровая, как бобовая культура, выполняет роль стабилизирующего фактора в сохранении и повышении плодородия почвы. Благодаря способности фиксировать азот и подавлять сорную растительность вика яровая является хорошим предшественником для многих культур. У бобовых растений в десятки раз выше, чем у злаковых, способность усваивать питательные вещества из труднодоступных почвенных соединений, в том числе содержащих фосфор и калий. Корма из вики хорошо поедаются и легко усваиваются животными в связи с высоким содержанием водной фракции.

Вика яровая относится к влаголюбивым растениям. Наибольшее количество влаги она потребляет от начала цветения до начала образования бобов. Для получения высокой урожайности семян вики требуется 200-230 мм осадков за период с мая по август. Вместе с тем переувлажнение почвы, особенно после цветения, отрицательно сказывается на развитии вики, увеличивая длину вегетационного периода и степень полегания массы. Таким образом, оптимальный режим увлажнения почвы для вики создается при повышенном количестве осадков в первой половине вегетации и пониженном – во второй. Вика – типичная культура длинного дня. Культура светолюбивая.

Вика – медоносная культура, которая дает небольшой, около 20 кг/га, но стабильный медосбор. В свою очередь, опылители значительно повышают урожайность культуры.

Вика – очень ценная кормовая культура для получения высоких урожаев, при возделывании которой необходимо учесть несколько важных моментов.

Основной – это выбор сорта. Продуктивность яровой вики тесно связана с продолжительностью вегетационного периода. Позднеспелые сорта, как правило, урожайнее по массе и количеству семян, но устойчивое семеноводство яровой вики связано со скороспелостью. Следовательно, для каждого региона характерны свои показатели скороспелости и продуктивности сорта. При выборе сорта необходимо учитывать устойчивость к грибковым заболеваниям.

Важную роль играет качественная подготовка почвы перед посевом, а именно ее равномерность, которая достигается путем смены направления вспашки, культивации и посева.

При посеве вики яровой в Ярославской области необходимо соблюдать максимально ранние сроки посева, которые должны быть не позднее 15 мая.

В чистом виде вика сильно полегает, уборка ее затрудняется, поэтому ее высевают, как правило, с поддерживающей культурой.

При посеве можно использовать сеялку СЗ-3,6, засыпая в бункер для туков – вику, а в зерновой – овес. После настройки сеялки на нормы высева: вики – 50 кг, овса – 100 кг, получаем распределение – на одно растение вики 4-6 растений овса, и чем предотвращаем полегание вики. При этом обеспечивается максимальное вызревание семян, благодаря равномерному распределению солнечных лучей и осадков по всей площади посевов.

Оптимальные сроки уборки – это конец августа – начало сентября, зависимости от погодных условий. В связи с тем, что вика созревает очень неравномерно и бобы при созревании легко растрескиваются, семена осыпаются, убирать ее надо, не дожидаясь полного созревании на всем растении и в сжатые сроки. Уборку следует начинать при побурении бобов до 50-60% в нижних ярусах растения, хотя в верхнем ярусе к этому времени они могут быть еще зеленые.

Уборка массы производится прямым комбайнированием. При уборке необходимо соблюдать скоростной режим в диапазоне для наименьших потерь урожая от 5 до 7 км/ч, обязательно применение стеблеподъемников, использование которых на зерновой жатке комбайна ДОН-1500Б, по нашим наблюдениям, приводит к уменьшению потерь при уборке более чем в 2 раза.

При сушке полученного урожая необходимо соблюдать максимально щадящий режим, температура теплоносителя не должна превышать 35-40 градусов Цельсия.

Благодаря соблюдению этих приемов нам удается получать более 15 ц/га высококачественных семян вики яровой всхожестью более 97%.

Хозяйства, занимающиеся выращиванием вики, получают не только качественный, высокопитательный, легкоусвояемый корм в виде силоса, сена, зеленой массы, но и повышают плодородие и структуру почвы.

Литература

1. Дебелый, Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ [Текст] / Г.А. Дебелый. – М.: Немчиновка, 2009. – 258 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Адакин Р.Д. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Повышение эффективности работы тепловых систем с использованием гидрострелки или гидрораспределителей 3

Буксман В.Э. (Компания «AMAZONEN-Werke», Hashergen-Gaste, Германия), ***Смирнов В.Н.*** (АО «Евротехника», Самара, Россия), ***Милюткин В.А.*** (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, Кинель, Россия) Эффективное импортозамещение в сельхозмашиностроении через совместные предприятия с локализацией (компания «AMAZONEN-Werke» – Германия, АО «Евротехника» – Россия – Самара) 6

Зиновьев К.А. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Расчет параметров падения зерновки в воздушной среде 11

Иванов А.В. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Модернизация тракторного прицепа 2 ПТС-4 14

Калиновский А.А., Джасов Д.В., Чупрынин Ю.В. (НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Беларусь) Повышение предельной тяговой способности клиноременных передач, применяемых в сельскохозяйственном машиностроении 16

Карпов Д.С., Соцкая И.М. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Анализ современных технологий кузовного ремонта транспортных средств 21

Кондрашова А.Н., Джасов Д.В. (НТЦК ОАО «Гомсельмаш», Гомель, Республика Беларусь), ***Попов В.Б.*** (УО ГГТУ им. П.О. Сухого, Гомель, Республика Беларусь) Снижение материалоемкости конструкции моста управляемых колес высококлиренсной самоходной косилки 30

Макурин Б.И. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Определение параметров воздействия абразивного диска на стебель злакового растения 35

Милюткин В.А. (ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, Кинель, Россия) Современные почвообрабатывающе-удобрительные агрегаты для эффективного влагонакопления и повышения плодородия почвы 39

Несиоловский О.Г., Черноногова И.В. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Система рекуперации для теплогенерирующих устройств малой мощности и систем вентиляции 44

Николаев В.А. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Зависимости, полученные в результате анализа кинематики планки мотовила нового зерноуборочного комбайна 49

Николаев В.А. (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, Россия) Оптимальный теплообменник зерноуборочного комбайна 57

Ширяев А.С. (Ярославская область, Ярославский район, Россия) Прогрессивная технология возделывания, уборки и послеуборочной обработки вико-овсяной смеси 61

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Сборник научных трудов по материалам
Международной научно-практической конференции

Ярославль, 23-24 ноября 2016 г.

Статьи публикуются в авторской редакции
Авторы несут ответственность за содержание публикаций

Начальник редакционно-издательского отдела Е.А. Богословская
Технический редактор Е.И. Кудрявцева
Художественный редактор Т.Н. Волкова
Редактор Е.А. Богословская

Подписано в печать 26.01.2017 г.
Формат 60 × 84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 4,1. Тираж 500 экз. Заказ № 3.

Издательство ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

Отпечатано в типографии
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

ISBN 978-5-98914-174-6

9 785989 141746