

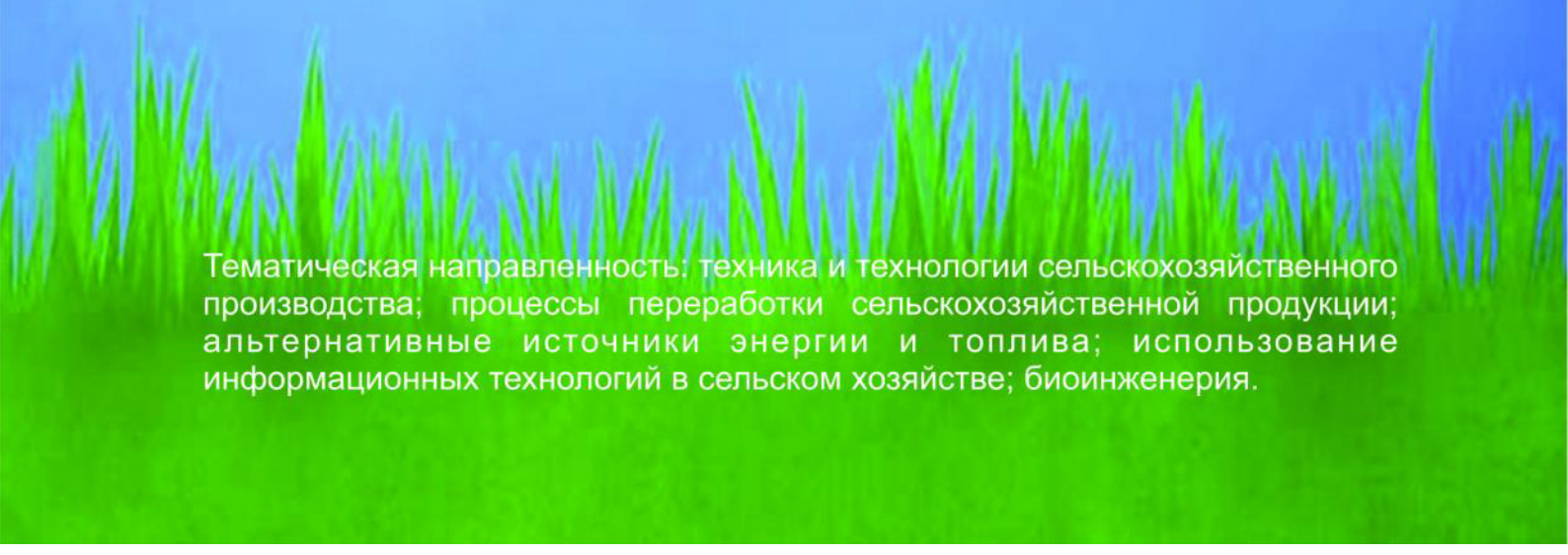
ISSN 2227-2038 (print)

Международная агроинженерия

научно-технический журнал



3
2016



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

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР»
КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И
ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Научно-технический журнал

3

2016

Алматы, 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ

«ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ӨБІЛІМ БЕРУ ОРТАЛЫҒЫ»

КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ
ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ ИНСТИТУТЫ

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

NON-COMMERCIAL JOINT STOCK COMPANY «NATIONAL AGRICULTURAL
SCIENTIFIC-EDUCATIONAL CENTER»

KAZAKH SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF MECHANIZATION AND
ELECTRIFICATION OF AGRICULTURE

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Ғылыми-техникалық журнал

INTERNATIONAL AGROENGINEERING

Scientific-technical journal

3

2016

Алматы, 2016

Редколлегия

Главный редактор:

Кешуов Сейтказы Асылсеитович, д-р техн. наук, проф.,
Академик НАН РК (КазНИИМЭСХ)

Заместители главного редактора:

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

Оспанов Асан Бекешович, д-р техн. наук, член-корр. НАН РК (КазНИИМЭСХ)

Ответственный секретарь:

Жұматай Ғани Сарсенбайұлы, к.т.н. (КазНИИМЭСХ)

Члены редколлегии:

Доскалов Пламен - Профессор, PhD University of Ruse Departament of futomatics & Mechatronics, (Bulgaria);

Havrland Bohumil - prof. Ing Czech University of lifesciences Prague (CzechRepublic);

Раджеши Кавассери - ассоциированный профессор, доктор PhD Государственный университет Северной Дакоты, (США);

Andrzej Chochowski - prof.drhab.ing Варшавский университет естественных наук (SGGW);

Буторин В.А., д-р техн. наук, проф. Челябинский государственный аграрный университет (Россия);

Жалнин Э.В., д-р техн. наук, проф. Всероссийский ин-т механизации сельского хозяйства (Россия);

Некрасов А.И., д-р техн. наук, проф. Всероссийский ин-т электрификации сельского хозяйства (Россия);

Немцев А.Е., д-р техн. наук, проф. Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Россия);

Байметов Р.И., д-р техн. наук, проф. Узбекский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Узбекистан);

Раджабов А.Р. д-р техн. наук, проф Ташкентский аграрный университет (Узбекистан);

Осмонов Ы.Дж., д-р техн. наук, проф. Кыргызский национальный аграрный ун-т им. К.И. Скрябина (Кыргызстан);

Абилжанулы Т., д-р техн. наук, проф. (КазНИИМЭСХ);

Адуов М.А., д-р техн. наук, проф. Казахский агротехнический ун-т им. С.Сейфуллина;

Алдибеков И.Т., д-р техн. наук Казахский национальный аграрный ун-т;

Голиков В.А., д-р техн. наук, проф., акад. НАН РК (КазНИИМЭСХ);

Грибановский А.П., д-р техн.наук, проф., акад. НАН РК (КазНИИМЭСХ);

Дерепаскин А.И., д-р техн.наук (Костанайский филиал КазНИИМЭСХ);

Жортуылов О.Ж., д-р техн. наук, проф. (КазНИИМЭСХ);

Жунисбеков П.Ж., д-р техн. наук, проф. (Казахский национальный аграрный ун-т);

Омаров Р.А., д-р техн. наук (КазНИИМЭСХ);

Козак А.И., к.т.н. (Аккольский филиал КазНИИМЭСХ);

Нукешев С.О., д-р техн. наук, проф. (Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина);

СОДЕРЖАНИЕ

Евстропов А.С. Развитие производства импортозамещающих технических средств для механизации агрохимических работ в странах евразийского экономического союза.....	6
Голиков В.А., Кешуов С.А., Усманов А.С., Артамонов В.Н., Астафьев В.Л. К определению потребности Казахстана в зерноуборочных комбайнах	10
Ахметов А.А., Усманов И.И. Исследование напряженности балки реверсивного переднего моста при движении трактора по неровностям.....	16
Караханов А., Абдурахманов А.А. Сев повторных культур по энергоресурс сберегающей технологии в зоне орошаемого земледелия...	22
Дерепаскин А.И., Полищук Ю.В., Куваев А.Н., Токарев И.В. Обоснование технологической схемы и параметров рабочих органов для основной обработки уплотненных почв.....	29
Каримов М., Ли А., Ибрагимова Х., Ганибоева Э., Холиёров И. К теории уплотнения почвы дамбоуплотнителем.....	37
Некрасов А.И., Борисов Ю.С. Методы контроля работоспособного состояния электродвигателей.....	42
Осадчий Г. Б. Предотвращение снижения плодородия почвы за счет использования систем и установок энергетики возобновляемых источников энергии.....	51
Караханов А., Ибрагимов А.А. Состояние и перспективы сева зерновых культур в республике Узбекистан.....	70
Семибаламут А.В., Бирюков Н.М., Чаканова Ж.М. Обоснование параметров пневмосепаратора с замкнутой системой воздушного потока.....	74
Требования к научным статьям, размещаемым в журнале «Международная агроинженерия».....	80

CONTENT

Yevstropov A.S. Development of production of import-substituting technical means for mechanization agrohimiche-ing work in the country the Eurasian economic union.....	6
Golikov V.A., Keshuov C.A., Usmanov A.S., Artamonov V.N., Astafiev² V.L. To the specific needs Kazakhstan the combine harvester.....	10
Akhmetov A.A., Usmanov I.I. Study stressed beams reverse front axle when driving the tractor on rough.....	16
Karakhanov A., Abdurakhmanov A.A. Seb double crops energy saving technology in the zone irrigated agriculture.....	22
A.I. Derepaskin, Y.V. Polishchuk, A.N. Kuvaev, I.V. Tokarev. Rationale technological schemes and parametres of working organs for primary treatment compaction	29
Karimov M., Lee A., Ibragimov H., Ganiboeva E. , Holiërov I. The theory soil compaction levee compactor	37
Nekrasov A.I., Borisov Y.S. The methods of the efficiency control of electrical motors	42
Osadchy G.B. Preventing a decrease soil fertility through the use of systems and plants energy renewable energy	51
Karakhanov A., Ibragimov A.A. State and prospects sewa grain in the republic of Uzbekistan	70
Semibalamut A.V., Birukov N.M., Chakanova Z.M. Justification sifter parameters with a closed airflow system	74
Requirements for scientific articles published in the journal «International Agroengineering».....	80

УДК [631.171:(63:54)]:[(470):(476):574]

Евстропов¹ А.С.

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства»,
Рязань, Россия

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ АГРОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРАНАХ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

Аннотация

Рассмотрена проблема импортозамещения машин и оборудования для механизации агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь. Предложено на основе белорусского опыта объединить усилия ученых России, Казахстана и Беларуси в создании подсистемы технических средств для агрохимических технологий стран Евразийского экономического союза

Ключевые слова: агрохимическое обеспечение, минеральные удобрения, система машин

Yevstropov¹ A.S.

¹FGBNU «All-Russian Research Institute of Mechanization and Informatization of Agrochemical Support of Agriculture», Ryazan, Russia

DEVELOPMENT OF PRODUCTION OF IMPORT-SUBSTITUTING TECHNICAL MEANS FOR MECHANIZATION AGROHIMICHE-ING WORK IN THE COUNTRY THE EURASIAN ECONOMIC UNION

Annotation

The problem of the import of machines and equipment for mechanization of agro-chemical maintenance of agricultural production in the Republic of Belarus. It is proposed on the basis of the Belarusian experience of Russian scientists to join forces, Kazakhstan and Belarus in the creation of a subsystem of technical equipment for agrochemical technologies and materials of the Eurasian Economic Union.

Keywords: agrochemical support, mineral fertilizers, system of machine

В последние годы активизировались процессы экономической интеграции на постсоветском пространстве, успешно функционирует союз России и Беларуси, с 1 января 2015 года начал работать Евразийский экономический союз (ЕАЭС), созданный Россией, Казахстаном и Беларусью. На повестку дня поставлены вопросы взаимодействия промышленности и сельского хозяйства этих стран, развития единого рыночного пространства. В аграрной сфере обеспечение продовольственной безопасности во многом зависит от развития инновационных агротехнологий, технического перевооружения сельскохозяйственного производства. В странах ЕАЭС действуют утвержденные программы развития национальных агропромышленных комплексов:

«Государственная программа устойчивого развития села на 2011-2015 годы», утвержденная Указом Президента Республики Беларусь от 1 августа 2011 года № 342;

«Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 года № 717(в ред. Постановления Правительства Российской Федерации от 19 декабря 2014 г. № 1421);

«Программа развития агропромышленного комплекса на 2013-2020 годы - «Агробизнес-2020», утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 18 февраля 2013 года № 151.

В настоящей статье сделана попытка рассмотреть вопросы интеграции в сфере агрохимического обеспечения сельского хозяйства стран ЕАЭС. Актуальность этого вопроса объясняется тем обстоятельством, что наукой и практикой доказано: урожайность сельскохозяйственных культур на 40% зависит от применения удобрений, а использование средств защиты растений, по оценкам Всемирной продовольственной организации (ВПО), позволяет снизить потери урожая из-за болезней и вредителей сельскохозяйственных растений на 30-35%.

В настоящее время проблемами научного обеспечения процессов механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства занимаются в России – Всероссийский НИИ механизации (ВИМ), Всероссийский НИИ механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства (ВНИМС); в Беларуси – Научно-практический центр по механизации сельского хозяйства; в Казахстане – Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Как отмечается в работе [1], в разработанной под руководством ВИМа «Системе машин и технологий для комплексной автоматизации производства продукции растениеводства на период до 2020 года» подсистема агрохимического обеспечения представлена межотраслевыми адаптерами: Р-АТ-2 – внесение удобрений и Р-АТ-3 – защита растений от вредителей, болезней и сорняков. Для технологий основного внесения удобрений (осенью), подготовки семян, посева и ухода за растениями представлен ограниченный типаж технических средств, часть которых морально устарела и производство их прекратилось. В этой связи в работе [2] обосновывается необходимость формирования банка данных подсистемы технологий, машин и оборудования для механизации агрохимических работ на основе ресурсо- и энергосберегающих инновационных технологий. ВНИМСом уже начаты исследования и разработки по указанной проблеме. Налаживаются научно-технические связи с учеными Беларуси и Казахстана. В 2014 году заключены соглашения о сотрудничестве ВНИМСа с НПЦ по механизации сельского хозяйства национальной академии наук Белоруссии и Казахским НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. Особенно успешно проблема механизации агрохимических процессов решается в Республике Беларусь, где государство оказывает серьезную

поддержку науке и промышленности в создании импортозамещающих приоритетных комплексов системы машин для механизации растениеводства.

До распада СССР Беларусь производила 12-15% сельскохозяйственной техники от потребной республике номенклатуры. Остальные машины завозились из России, Украины и других государств. После приобретения независимости Республикой Беларусь была поставлена долгосрочная задача технического обеспечения сельского хозяйства собственными силами. Проблема импортозамещения решалась в 1991-2005 гг. в рамках государственных научно-технических программ, а в 2006-2010 гг. и 2011-2015 гг. в соответствии с национальной системой машин для сельского хозяйства Беларуси. В работе [3] авторы отмечают, что в структуре энергетических затрат сельского хозяйства мира удобрения составляют от 45 до 57%, в Беларуси доля энергозатрат минеральных удобрений в растениеводстве достигает 41,4%. Именно поэтому комплексы машин для применения средств химизации включены в специальную «Систему машин для применения удобрений, известковых материалов и пестицидов на 2010-2012 годы», которая была утверждена Минпромом, Минсельхозпродом Республики Беларусь и Национальной академией наук 7 июля 2009 года. В ходе ее реализации заводом «Бобруйскагромаш», ОАО «Мекосан» и НПЦ НАН Белоруссии по механизации сельского хозяйства освоено серийное производство машины для внесения твердых минеральных удобрений МТТ-4У; подкормщика штангового РШУ-12; распределителя минеральных удобрений РУ-7000; типоразмерного ряда навесных рассеивателей минеральных удобрений РУ-1000 (грузоподъемностью до 1 тонны); РУ-1600 и РУ-3000 (грузоподъемностью 1,6 и до 3 тонн, соответственно); машины для внесения жидких минеральных удобрений АПЖ-12; двух принципиально новых машин для транспортировки и внесения известковых материалов (прицепная МШХ-9 и самоходная МХС-10). Для дифференцированного внесения всех видов твердых минеральных удобрений как основными, так и подкормочными дозами создана машина штанговая МШВУ-18.

Таким образом, в Республике Беларусь практически решена проблема импортозамещения по технике для механизации агрохимических работ. Этот опыт может быть положен в основу при формировании рынка этих видов машин в сельском хозяйстве стран Евразийского экономического союза.

Вопросы тесного сотрудничества с наукой в решении вопросов механизации растениеводства Республики Казахстан на основе современных агротехнологий были подробно рассмотрены на «круглом столе», организованном Костанайским филиалом Казахского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства [4], в работе которого приняли участие руководители хозяйств, заводов сельхозмашиностроения, представители министерства сельского хозяйства Казахстана, управлений сельского хозяйства ряда областей, ведущие ученые. В процессе обсуждения основного вопроса – нужны ли сельскому хозяйству республики отечественные разработки, есть ли смысл вкладывать денежные средства в реконструкцию НИИ по механизации сельского хозяйства или же сделать упор на закупки импортных машин и

оборудования – было высказано единодушное мнение сельхозтоваропроизводителей, промышленных предприятий, ученых и специалистов министерства сельского хозяйства Казахстана о необходимости комплексного взаимодействия науки, промышленности и сельского хозяйства в развитии отечественного сельхозмашиностроения, опираясь на опыт и тесное сотрудничество с Беларусью и Россией. В этой связи представляется необходимым на страницах журнала «Международная агроинженерия» организовать широкое обсуждение проблемы формирования подсистемы машин и оборудования для механизации агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства Евразийского экономического союза.

Представляется целесообразным на первом этапе оценить совокупную потребность указанных стран в перечисленной выше технике и освоить совместное производство на свободных мощностях заводов сельхозмашиностроения Беларуси, России и Казахстана. На втором этапе необходимо, на наш взгляд, научным организациям, указанным в начале настоящей статьи, уточнить типоразмерный ряд перспективных машин и оборудования для агрохимического обеспечения с учетом особенностей инновационных агротехнологий стран ЕАЭС, организовать их проектирование и постановку на производство с высокой степенью локализации в целях удешевления стоимости этой техники для сельскохозяйственных товаропроизводителей и обеспечения продовольственной безопасности ЕАЭС.

Список литературы

1. Рычков В.А. О формировании современной подсистемы машин и оборудования для агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства //Техника и оборудования для села. – 2015. – № 3. – С. 5-7.

2. Сорокин Н.Т., Сорокин К.Н. О проблеме эффективности внедрения средств механизации агрохимического обеспечения сельхозтоваропроизводителей //Сб. науч. тр. по материалам заочной международной научно-практической конференции «Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства» (г.Рязань, ФГБНУ ВНИМС 15 декабря 2014 г.) /ФГБНУ ВНИМС. – Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2014. – С. 7-12.

3. Степук Л.Я. Создание и освоение импортозамещающих приоритетных комплексов системы машин для механизации технологических процессов в земледелии Республики Беларусь /Л.Я. Степук, С.А.Казаченок, В.Г.Самосюк; Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр национальный академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2011.

4. Анисимов Н.Г. Тесное сотрудничество с наукой – необходимая потребность сельхозтоваропроизводителей в современных условиях //Международная агроинженерия. – 2014. – Вып. 3. – С. 85-89.

УДК 631.3.06

Голиков¹ В.А., Кешуов¹ С.А., Усманов¹ А.С, Артамонов¹ В.Н., Астафьев² В.Л.

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», Алматы, Казахстан

²Костанайский филиал ТОО «КазНИИМЭСХ», Костанай, Казахстан

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОТРЕБНОСТИ КАЗАХСТАНА В ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНАХ

Аннотация

Установлено, что для своевременной уборки зерновых в Казахстане необходимо иметь порядка 40 тыс. зерноуборочных комбайнов 4 класса с возрастом до 5 лет. При этом 65% из них должны оснащаться жатками с шириной захвата 8,6 м, а 35% жатками с шириной захвата 6 м. Для доукомплектования имеющегося комбайнового парка следует приобрести 17,5 тыс. новых комбайнов 4 класса

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, технологическая потребность, урожайность, срок эксплуатации

**Golikov¹ V.A., Keshuov¹ C.A., Usmanov¹ A.S., Artamonov¹ V.N.,
Astafiev² V.L.**

¹«Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture», Almaty, Kazakhstan

²Kostanay branch of «KazNIIMECh», Kostanay, Kazakhstan

TO THE SPECIFIC NEEDS KAZAKHSTAN THE COMBINE HARVESTER

Annotation

It was established that the timely harvesting of grain in Kazakhstan should be about 40 thousand. Combine harvesters 4 classes with age up to 5 years. At the same time 65% of them have to be equipped with reaper width 8.6 m, and 35% with the reaper width 6 M for resupply Combine the existing fleet should purchase 17.5 kDa new combines 4 class.

Keywords: combine harvester, technological need, yield, service life

В Казахстане площадь под зерновыми и зернобобовыми культурами составляет примерно 16 млн. га при средней урожайности 10...12 ц/га. Основная площадь, порядка 80% находится в северном регионе республики, где как правило, ранние заморозки и выпадение снега.

Согласно нормативным материалам [1] уборка зерновых в республике должна производиться за 10 рабочих дней при прямом комбинировании и за 14 дней при раздельной уборке, из них 4 дня на скашивание в валки, а 10 дней на обмолот валков. Однако и в советский период и в настоящее время уборка зерновых затягивается на 30...45 дней, из-за позднего созревания хлебов, недостаточного количества зерноуборочных комбайнов и других факторов.

Для определения технологической потребности в комбайнах необходимо знать выработку комбайнов за период уборки.

Выработка комбайна при прямом комбайнировании за агросрок определяется по формуле

$$W_a = 0,1 B v t_d A K_c K_b K_r K_n, \text{ га}, \quad (1)$$

где B – ширина захвата жатки, м;

v – средняя скорость комбайна, км/ч;

t_d – продолжительность рабочего дня, ч;

A – агросрок, дней.

K_c – коэффициент использования сменного времени;

K_b – коэффициент использования ширины захвата жатки, (K_b 0.95...0.96);

K_r – коэффициент, учитывающий срок эксплуатации комбайна;

K_n – коэффициент, учитывающий снижение производительности комбайнов из-за повышенной влажности хлебостоя, начиная с третьей декады августа и в сентябре.

По данным Костанайского филиала КазНИИМЭСХ для Северного региона $K_n = 0,93$. Принимаем его и для остальных регионов, кроме Южного, где $K_n = 1$.

Для определения потребного количества комбайнов выбирается эталонный (модульный) комбайн. Ранее в качестве эталонного комбайна принимался комбайн 3 класса СК-5 «Нива» с пропускной способностью 5...6 кг/с.

В связи с тем, что в перспективе урожайность зерновых должна повышаться, то можно принять в качестве эталонного комбайна класса 4, с пропускной способностью 7...8 кг/с, типа РСМ-101 «Вектор» с шириной захвата жаток 6; 7; 8,6 или КЗС-7 «Ессил-740».

Определим выработку эталонных комбайнов по регионам республики в зависимости от урожайности зерна, ширины захвата жаток и скорости комбайна.

Скорость комбайна для его полной загрузки определяется по формуле.

$$v = \frac{360 q}{B y}, \text{ км/ч}, \quad (2)$$

где q – пропускная способность комбайна хлебной массы, кг/с;

y – урожайность хлебной массы, ц/га.

Примем расчетную урожайность зерна для Южного региона 20 ц/га, соотношение зерна к соломе 1:1. Тогда по формуле (2) при жатке 6 м скорость комбайна должна составлять 12 км/ч, при жатке 7 м – 10 км/ч, при жатке 8,6 м – 8,3 км/ч. Максимальная скорость комбайна для условий республики из-за качества обработки полей и других факторов составляет 10 км/ч.

В [2] рекомендуемая скорость зерноуборочных комбайнов составляет 4...8 км/ч. Для Южного региона, где относительно небольшие поля и длина гона и повышенная урожайность зерна можно принять для расчета среднюю скорость 6 и 8 км/ч, а ширину захвата жатки 6 м.

Подставляя в формулу (1): $v = 6$ км/ч; $K_c = 0,7$; $K_b = 0,95$; $K_r = 1$; $B = 6$ м; $t_d = 10$ ч; $A = 14$ дней, получаем выработку комбайна за агросрок $W_a = 335$ га, а при $v = 8$ км/ч – $W_a = 446$ га. В первом случае потребное количество комбайнов составляет 2652 ед., во втором 1992 ед. (таблица 1).

Для Восточного региона также можно принять ширину жатки $B = 6$ м, так как поля находятся в предгорной зоне и имеют небольшую площадь и длину гона. Расчетная урожайность принята 14 ц/га. При скорости 6 км/ч выработка комбайна составляет 312 га, а потребное количество комбайнов 1832 ед., соответственно при скорости 8 км/ч выработка комбайна составляет 415 га, а потребное количество комбайнов 1377 ед.

Для Западного региона расчетная урожайность принята 10 ц/га, для Центрального 11 ц/га, а для Северного 20 ц/га. В этих регионах природно-хозяйственные условия позволяют использовать широкозахватные жатки с захватом 7; 8,6 м и более. Результаты проведенных расчетов по всем регионам приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Потребное количество эталонных комбайнов класса 4 типа РСМ-101 «Вектор», КЗС-7 «Esssil-740» по регионам

Наименование региона	Площадь зерновых, тыс. га	Расчетная урожайность, ц/га	Ширина захвата жатки, м	Средняя скорость комбайна, км/ч	Выработка комбайна за агросрок, га	Потребное кол-во комбайнов, ед.
Северный	12812	20	6	8	415	30872
			7	8	485	26417
			8,6	8	594	21569
			6	6	312	41064
			7	6	363	35295
			8,6	6	446	28727
Южный	888,4	20	6	6	335	2652
			6	8	446	1992
Западный	846,2	10	6	8	415	2039
			7	8	485	1745
			8,6	8	594	1425
Восточный	571,4	14	6	6	312	1832
			6	8	415	1377
Центральный	670,6	11	7	6	363	1848
			7	8	485	1383
			8,6	8	594	1129
По республике	15788,6					

Однако, учитывая, что в Южном и Восточном регионах небольшие поля и часто со сложной конфигурацией, среднюю скорость комбайнов при расчетах потребного количества комбайнов примем равной 6 км/ч. Кроме того, для всех регионов, кроме Южного, при расчете выработки комбайнов был учтен коэффициент K_n , учитывающий снижение производительности комбайнов из-за погодных условий, обусловленных повышенной влажностью хлебной массы, начиная с сентября, равный $K_n = 0,93$.

В Северном, Центральном и Западном регионах не во всех хозяйствах применимы широкозахватные жатки с захватом 8,6 м из-за наличия оврагов,

различных неудобий и др., площадь в которых принята 20% от общей убираемой площади. В этих хозяйствах должны использоваться жатки с шириной захвата 6 м. Средняя скорость комбайнов с такими жатками и с жатками шириной захвата 8,6 м из-за сложности маневрирования принимается как и в предыдущем случае, равной 6 км/ч. Остальная площадь, т.е. 80% убирается комбайнами с жатками с шириной захвата 8,6 м и скоростью 8 км/ч.

Результаты расчетов потребного количества комбайнов по регионам и в целом по республике при этих условиях приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Потребность в эталонных комбайнах по зонам и республики

Наименование региона	Площадь зерновых и зернобобовых, тыс. га	Расчетная урожайность, ц/га	Потребное количество комбайнов, ед.
Северный	12812	20	31200
Южный	888,4	20	2652
Западный	846,2	10	2117
Восточный	571,4	14	1832
Центральный	670,6	11	1633
По республике	15788,6		39434

Таким образом, потребность республики в новых эталонных комбайнах 4 класса составляет 39434 ед., из которых комбайнов с жатками с шириной захвата 8,6 м – 25763 ед., а с 6 м – 13671 ед.

Для перевода эталонных комбайнов в физические получены значения коэффициентов перевода эталонных комбайнов в физические K_z , которые составляют для комбайна 4 класса РСМ-101 «Вектор» с жаткой шириной захвата 8,6 м $K_z = 1$, для комбайна 5 класса Agros-530 с шириной захвата жатки 11 м – $K_z = 1,28$; для комбайна 3 класса с жаткой шириной захвата 6 м – $K_z = 0,7$.

По данным МСХ РК на 01.03.2016 г. комбайновый парк республики составляет 42089 ед., из них комбайны 3 класса с пропускной способностью 5,5...6 кг/с составляют 75%, высокопроизводительные импортные комбайны с пропускной способностью 8...12 кг/с составляют 10,5%. Общий износ комбайнового парка составляет 66%. Средняя загрузка одного комбайна по итогам уборки урожая в 2016 г. является довольно высокой 375 га, что обусловлено, в основном, растянутыми сроками уборки.

Проанализируем влияние срока службы комбайнов на годовую выработку. В [2] приведены данные по изменению K_r коэффициента, учитывающего годовую наработку тракторов и зерноуборочных комбайнов в зависимости от их возраста (коэффициент износа). Нами по этим данным построены графические зависимости (см. рисунок).

Из анализа данного графика видно, что до 4 лет эксплуатации комбайнов значение коэффициента годовой наработки K_r примерно равно 1, а затем снижается и при 8 лет эксплуатации составляет 0,8.

Аккольский филиал КазНИИМЭСХ проводил изучение влияния срока службы тракторов и зерноуборочных комбайнов на их выработку в

агроформированиях Акмолинской области. В результате проведенных исследований получена математическая модель, характеризующая эту зависимость для трактора К-701А и зерноуборочного комбайна Енисей-1200

$$K_r = a \tau^2 + b \tau + c, \quad (3)$$

где K_r – коэффициент, учитывающий корректировку наработки машин в зависимости от их срока службы; τ – возраст машин, лет;

a, b, c – коэффициенты, учитывающие марку машин.

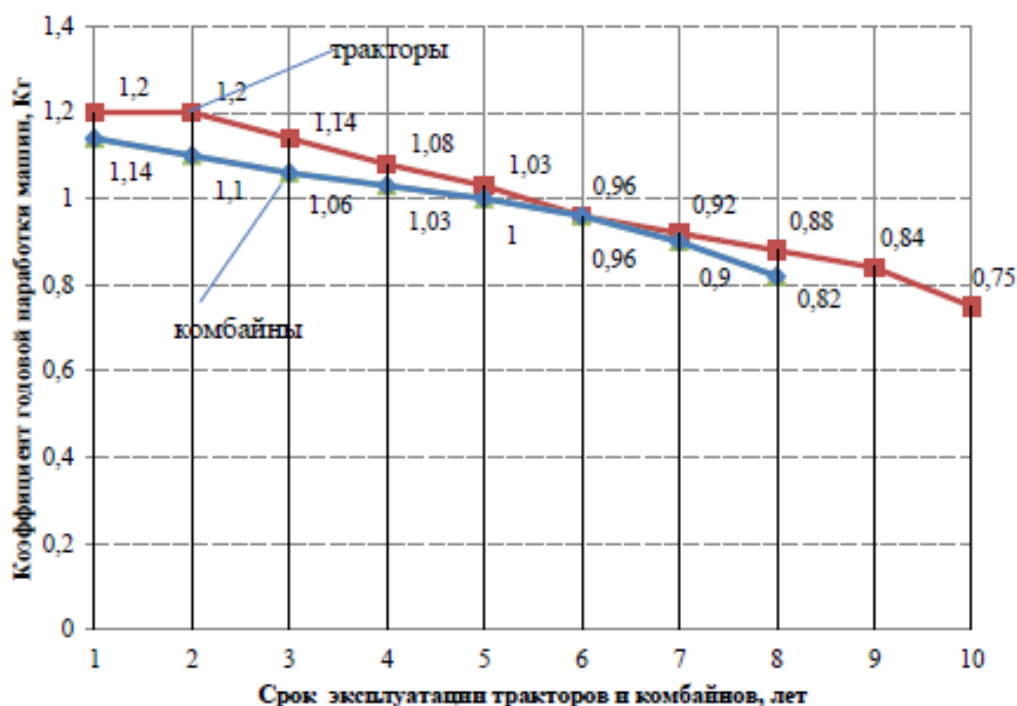


Рисунок – Зависимость коэффициента годовой наработки тракторов и зерноуборочных комбайнов от срока эксплуатации

Для комбайна Енисей-1200 они равны $a = 0,0033$, $b = - 0,1049$, $c = 1,4195$.

Расчеты по формуле (3) и по графической зависимости, приведенной на рисунке, показывают, что они хорошо согласуются между собой.

Используя зависимость (3), приведем количество существующих комбайнов к новым с учетом их износа.

По данным МСХ РК на 01.01.2016 г. комбайны со сроком службы до 4 лет составляют 7,5% (или 0,075 в относительных единицах от их общего количества), соответствующий коэффициент, учитывающий возраст комбайнов $K_r = 1$. Тогда $42089 \times 0,075 \times 1 = 3157$ ед.

Комбайны возрастом от 4 до 7 лет составляют 9,7%, коэффициент $K_r = 0,85$. Тогда $42089 \times 0,097 \times 0,85 = 3470$ ед.

Комбайны возрастом от 7 до 10 лет составляют 16,8%, коэффициент $K_r = 0,7$. Тогда $42089 \times 0,168 \times 0,7 = 4950$ ед.

Комбайны возрастом от 10 до 15 лет составляют 12%, коэффициент $K_r = 0,58$. Тогда $42089 \times 0,168 \times 0,58 = 2929$ ед.

Комбайны возрастом свыше 15 лет составляют 54%, коэффициент $K_r = 0,5$. Тогда $42089 \times 0,54 \times 0,5 = 11364$ ед.

Тогда количество существующих комбайнов, приведенных к новым равно $N_{\Pi} = 3157 + 3470 + 4950 + 2929 + 11364 = 25870$ ед.

Средневзвешенная пропускная способность хлебной массы комбайна у имеющегося комбайнового парка, определенная нами, составляет 6,8 кг/с, а у эталонного комбайна 8 кг/с, что меньше в 0,85 раза.

С учетом пропускной способности хлебной массы, количество существующих комбайнов, приведенных к новым составит

$$N_{\Pi 1} = 25870 \times 0,85 = 21989 \text{ ед.}$$

Тогда новых комбайнов 4 класса, которые необходимо приобрести для своевременной уборки зерновых можно определить следующим образом

$$N_{\Pi} = 39433 - 21989 = 17444 \text{ ед.}$$

Выводы

1. В результате проведенных расчетов определено, что для своевременной уборки зерновых необходимо иметь порядка 40 тыс. комбайнов 4 класса с возрастом до 5 лет. При этом 65% из них должны оснащаться жатками с шириной захвата 8,6 м, а 35% жатками с шириной захвата 6 м.

2. Для доукомплектования имеющегося комбайнового парка следует приобрести 17,5 тыс. новых комбайнов 4 класса.

Список литературы

1. Шахмаев М.В, Юркин В.И. Нормы и нормативы для планирования механизации и электрификации в отраслях АПК – М.: Агропромиздат, 1988. – 591с.

2. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. – Ч. II. Нормативно-справочный материал. – М: МСХП РФ, 1998. – 251 с.

УДК 629.114.2

Ахметов¹ А.А., Усманов¹ И.И.¹Специальное конструкторское бюро «Трактор», Узбекистан

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ БАЛКИ РЕВЕРСИВНОГО ПЕРЕДНЕГО МОСТА ПРИ ДВИЖЕНИИ ТРАКТОРА ПО НЕРОВНОСТЯМ

Аннотация

В статье приводится конструкция реверсивного переднего моста четырехколесного универсально-пропашного трактора и результаты исследований по обеспечению условия прочности передней балки этого моста при движении трактора по неровностям.

Ключевые слова: балка, брус, колесо, колея, кронштейн, передний мост, напряжения, прочность, запас прочности, предел текучести, усилие, трактор

Akhmetov¹ A.A., Usmanov¹ I.I.¹Special Design Bureau "Tractor", Uzbekistan

STUDY STRESSED BEAMS REVERSE FRONT AXLE WHEN DRIVING THE TRACTOR ON ROUGH

Annotation

The structure of the reversible forward bridge four-wheel universal-row tractors and results of researches on providing a condition of durability of a forward beam of this bridge is given in article in case of movement of the tractor on roughnesses.

Keywords: beam, bar, wheel, track, arm, forward bridge, tension, durability, margin of safety, fluidity limit, effort, tractor

По мере становления и укрепления фермерских хозяйств, увеличении номенклатуры возделываемых сельскохозяйственных культур, как на поливном земледелии, так и на богаре, остро встает вопрос обеспечения их энергетическим средством, отвечающим особенностям и различиям землепользования.

Как известно, на богаре посевная площадь имеет неравномерную поверхность и, в большинстве случаев, значительный уклон. Поэтому, при работе на богаре для обеспечения устойчивости трактора его база должна быть наибольшей. Между тем, при работе в овощеводстве, бахчеводстве и садоводстве, где преобладают мелкоконтурные карты, имеющие небольшие размеры, наоборот, для обеспечения минимального радиуса поворота база трактора должна быть наименьшей. Это обусловлено тем, что на мелкоконтурных картах радиус поворота трактора имеет существенное значение при определении размеров поворотных полос.

Таким образом, в целях повышения устойчивости и маневренности трактора, а также для обеспечения возможности применения одного и того же универсально-пропашного трактора как на обширных неровных полях (например, на богаре), так и на мелкоконтурных участках (например, в

овощеводстве, бахчеводстве и садоводстве) необходимо иметь трактор с изменяемой базой.

Широко распространенные в сельскохозяйственном производстве республики универсально-пропашные тракторы ТТЗ-30, ТТЗ-60.10, ТТЗ-80.10, ТТЗ-100.10, МТЗ-80, МТЗ-100, МТЗ-142, Т-40А и др. хотя имеют регулируемую колею, но не имеют возможности изменения длины базы. Между тем, решение проблемы устойчивости путем изменения длины базы позволило бы использовать один и тот же трактор в широком диапазоне от транспортировки грузов, предпосевной обработки почвы и посева до междурядной обработки и уборки урожая как на богаре, так и овощеводстве, и бахчеводстве, а также на работах по уходу за садами.

Использование четырехколесного универсально-пропашного трактора с изменяемой базой вместо широко используемых в республике серийных четырехколесных универсально-пропашных тракторов вместе с расширением диапазона его применения обеспечивает:

- достижение повышенной поперечной устойчивости трактора против имеющейся поперечной устойчивости известных четырехколесных тракторов;
- снижение галопирования и подпрыгивания трактора при транспортных работах;
- устранение нерационального распределения массы МТА по опорам трактора;
- возможности применения трактора не только на транспортных и других видах работ, но и на междурядной обработке посевов на мелко- контурных картах.

Базой для проведения работ по разработке универсально-пропашного трактора с изменяемой базой являются имеющиеся наработки СКБ «Трактор» по созданию новых тракторов в 2012-2014 гг. при выполнении проекта в рамках Государственной научно-технической программы в рамках контрактов № K15-037 по теме: «Создание модернизированного трактора с передним ведущим мостом» и № АЗ-ФК-1-59658 КАЗ-007 по теме: «Разработка и исследование конструктивных и технологических параметров высококлиренсного универсально-пропашного трактора с усовершенствованной конструкцией заднего моста».

В этих проектах предусматривалась разработка универсально-пропашного трактора с усовершенствованными передними и задними мостами. Однако в них вопросы повышения устойчивости и поворотливости трактора за счет изменения его длины базы остались нерешенными, особенно при его работе на богаре и, для уменьшения радиуса поворота, при работе на мелкоконтурных картах.

Поэтому в настоящее время в СКБ «Трактор» проводятся НИИ и ОКР по созданию универсально-пропашного трактора с изменяющейся длиной базы и, на их основе, разработана конструкция такого трактора (рисунок 1), снабженного реверсивным передним мостом [1]. Новизна конструкции этой машины защищена патентами на полезную модель [2], и она за счет реверсивного изменения направления (N_a или N_e) выката на величину l_e в ту или

иную (A или B) сторону передних колес позволяет изменять длину базы L_M трактора от $L_{min} = 2100$ мм до $L_{max} = 2700$ мм.

Основное назначение трактора, снабженного реверсивным передним мостом – транспортные работы и механизация полевых работ по предпосевной обработке почвы, посеву, возделыванию и уборке различных видов сельхозкультур, как на богаре, так и на поливном земледелии при агрегатировании его с навесными, полуприцепными или прицепными сельскохозяйственными машинами и орудиями.

Исследование напряжений, возникающих в конструкциях переднего моста этого трактора при движении на богаре по неровностям, имеют определенный научный интерес.

Главным несущим элементом переднего моста является передняя балка, от прочности которой во многом зависит надежность работы трактора.

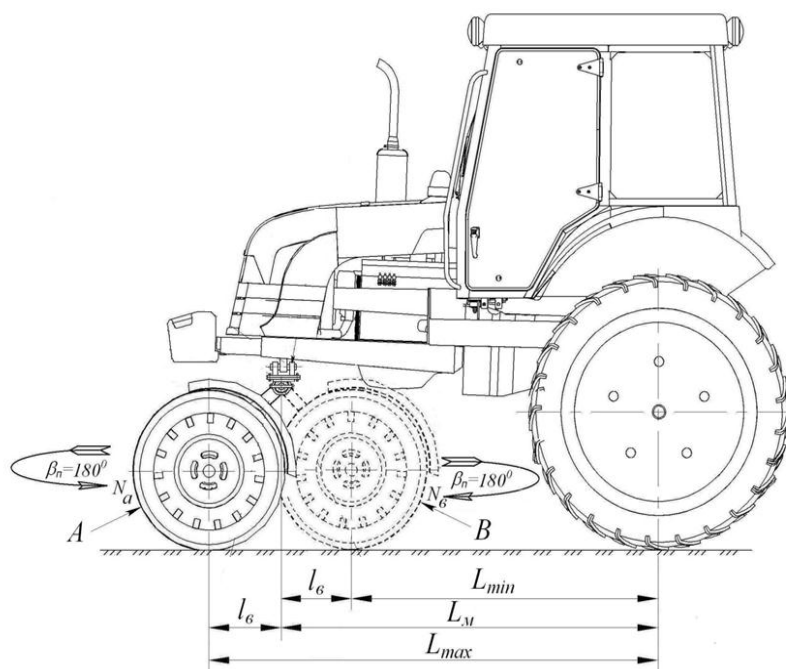


Рисунок 1 – Универсально-пропашной трактор, снабженный реверсивным передним мостом

В литературных источниках достаточно много материалов по исследованию и расчету напряжений, возникающих на передней балке при движении трактора по неровностям [3, 4]. Однако в этих работах расчет и исследования передней балки на изгиб проводятся у оси качения колес без учета напряжений возникающих в характерных сечениях самой балки. Поэтому исследование напряжений, возникающих при заносе в конструкции самой передней балки, в ее характерных сечениях, дает возможность оценки правильности выбранных при его проектировании параметров и позволяет дать рекомендации по правильной загрузке переднего моста во время эксплуатации трактора.

Расчет передней балки на прочность при движении по неровностям трактора произведен по его наиболее характерным сечениям. В

качестве исходной нагрузки принята максимально возможная нагрузка (по грузоподъемности шин передних колес), приложенная на передний мост.

Во время работы трактора на переднюю балку передается вертикальное усилие от силы тяжести передней части трактора G_{nm} и колеса g_k , боковое – усилие заноса P_z и продольное толкающее усилие P_k (рисунок 2).

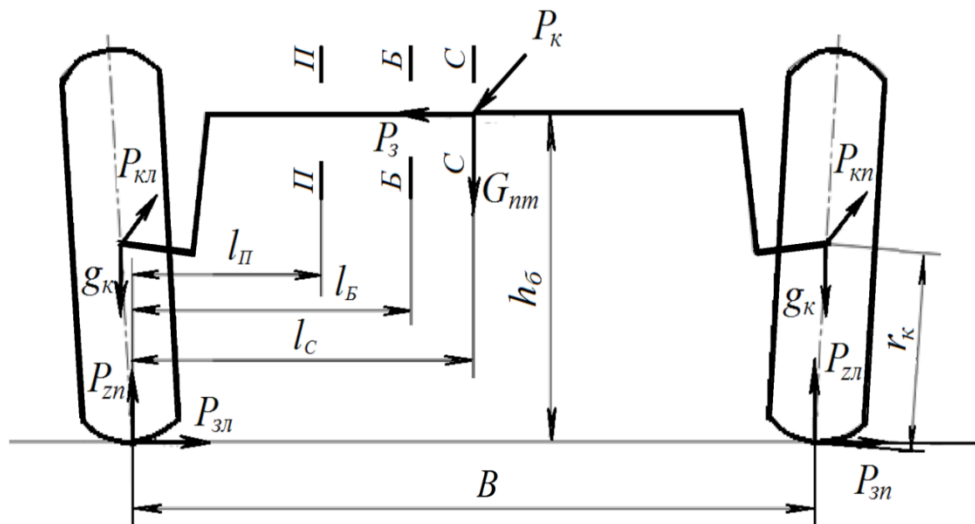


Рисунок 2 – Расчетная схема реверсивного переднего моста

При движении по неровностям вертикальное усилие P_z достигает максимального значения, поперечные и продольные усилия отсутствуют [3]. С учетом этого обстоятельства и на основе исходных данных (таблица 1), заложенных в конструкцию переднего моста трактора, производим расчет напряжений изгиба по наиболее характерным сечениям его передней балки, т.е. по сечениям: $\Pi - \Pi$ (проставки), $Б - Б$ (бокового) и $С - С$ (среднего корпуса балки).

Согласно расчетной схеме (см. рисунок 2), изгибающие моменты, создающие напряженное состояние в рассчитываемых сечениях $\Pi - \Pi$, $Б - Б$ и $С - С$ определяются по формуле

$$M_l = Z_{l,l} \cdot l, \quad (1)$$

где $Z_{l,l}$ – максимальное значение вертикального усилия, Н;

l – расстояние от оси левого (правого) колеса до рассчитываемого сечения, м.

Напряжение изгиба в сечениях

$$\sigma_u = \frac{M_{\Pi}}{W_{\Pi}}, \quad (2)$$

где W_u – момент сопротивления изгибу сечения.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Наименование показателей и единица их измерения	Значение показателей	
Колея передних колес B , мм	1800	
Статический радиус переднего колеса r_k , мм	450	
Вес одного переднего колеса со ступицей g_k , кгс	110	
Грузоподъемность $Q_{\max 1}$, кгс	2300	
Коэффициент динамичности k_d	2	
Высота расположения оси качения передней балки h_{δ} , мм	750	
Расстояние от оси левого (правого) колеса до расчетного сечения проставки l_{Π} , м	498	
Расстояние от оси левого (правого) колеса до расчетного сечения бокового корпуса балки l_B , м	765	
Расстояние от оси левого (правого) колеса до расчетного сечения среднего корпуса балки l_C , м	900	
Исследуемые участки балки	Материал	Предел текучести σ_T , МПа
Проставка 1030-3001024	35Л	280
Корпус балки боковой TLP2-3001029	Сталь 40	340
Корпус балки средний TLP2-3001021	Сталь 40	

Момент сопротивления изгибу в сечении $\Pi - \Pi$, имеющую форму сечения трубы, определяется по следующей формуле:

$$W_u = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D}. \quad (3)$$

Сечение $B - B$ имеет сложную конфигурацию, оно состоит из четырех элементов. Момент сопротивления изгибу в этом сечении будет

$$W_u = \frac{\sum I_x}{y_{\max}}, \quad (4)$$

где $\sum I_x$ – суммарный момент инерции частей сечения;

$y_{\max}$ – расстояние от оси до наиболее удаленной точки сечения.

Момент инерции сечения $B - B$

$$\sum I_x = I_{x1} - I_{x2} + 2 \cdot I_{x3}, \quad (5)$$

где I_{x1} ; I_{x2} ; I_{x3} – моменты инерции частей сложного сечения $B - B$.

Сечение $C - C$ имеет также сложную конфигурацию, оно состоит из шести элементов. Момент инерции этого сечения будет

$$\sum I_x = I_{x1} - I_{x2} - 2 \cdot I_{x3} + I_{x4} - I_{x5} + I_{x6}, \quad (6)$$

где I_{x1} ; I_{x2} ; I_{x3} ; I_{x4} ; I_{x5} ; I_{x6} – моменты инерции частей сложного сечения $C - C$.

Подставляя числовые значения в уравнение (2) определяем напряжение изгиба в сечениях и заносим их в таблицу 2.

Таблица 2 – Напряжения изгиба в сечениях

Сечение	M_w , кгс мм	W_w , мм ³	σ_w , $\frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$ (МПа)	n_T	$[n_T]_{\min}$
<i>П – П</i>	2290800	119936.9	19.1 (187.37)	1.49	2.1
<i>Б – Б</i>	3519000	179963.9	19.55 (191.82)	1.77	
<i>С – С</i>	4140000	740447.93	5.59 (54.85)	6.2	

Надежность и безотказность работы переднего моста при движении трактора по неровностям оценивается по коэффициенту запаса прочности сечений передней балки этого моста, которая определяется по пределу текучести материала следующим выражением

$$n_T = \frac{\sigma_T}{\sigma} \geq [n_T]_{\min}, \quad (7)$$

где $[n_T]_{\min}$ – минимально допустимый коэффициент запаса прочности.

Результаты расчета на прочность балки переднего моста при движении трактора по неровностям также сведены в сводную таблицу 2.

Расчет показал, что при рассмотренных видах нагружения и максимально допустимой загрузке переднего моста, наименьший коэффициент запаса прочности при движении по неровностям имеют сечение *П – П*, где $n_T = 1,49$, и сечение *Б – Б*, где $n_T = 1,77$, в этих случаях условие прочности не выполняется, тогда как в сечении *С – С* оно выполняется.

Как показали проведенные исследования, для обеспечения условия прочности в сечениях *П – П* и *Б – Б* необходимо: либо не допускать нагрузку на передний мост более чем 70,95% от максимально допустимой нагрузки (по грузоподъемности шин передних колес), либо увеличить толщину стенок проставки и бокового корпуса.

Выводы

1. При движении по неровностям в сечении *С – С* балка реверсивного переднего моста соответствует условию прочности.

2. Условие прочности при неизменной конструкции передней балки будет выполнено для сечений *П – П* и *Б – Б*, если загружать передний мост не более 70,95% от максимально допустимой нагрузки.

3. При максимально допустимой (100 %-ной) нагрузке передней балки для обеспечения условия прочности сечений *П – П* и *Б – Б* необходимо увеличить толщину стенки проставки и бокового корпуса.

Список литературы

1. Ахметов А.А. Передние мосты универсально-пропашного трактора хлопкового назначения. Под ред. Р.Д. Матчанова. – Ташкент: Фан, 2014. – 176с.
2. Патент UZFAP 00894. Универсально - пропашной трактор / Ахметов А.А., Усманов И.И., Ахмедов Ш.А., Астанов Б.Ж. –2014. –Бюл., №4.
3. Анилович В.Я., Водолажченко Ю.Т. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов. – М.: Машиностроение, 1976. – 456 с.
4. Беспялый Ф.С., Троицкий И.Ф. Конструкция, основы теории и расчет трактора. – М.: Машиностроение, 1972. –502 с.

УДК 631.331.

Караханов¹ А., Абдурахманов¹ А.А.¹ «Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», Узбекистан, Янгиюль**СЕВ ПОВТОРНЫХ КУЛЬТУР ПО ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ В ЗОНЕ ПОЛИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ****Аннотация**

В статье приведены результаты опытов по обоснованию возможности сева семян повторных культур путем минимальной обработки вершушек гребней, оставшихся после уборки урожая пшеницы. Сев осуществляется одновременно с минимальной обработкой почвы. При этом исключаются операции полив перед пахотой, пахота и боронование, сокращается количество проходов агрегатов по полю. Применение комбинированного агрегата позволит провести сев семян повторных культур на 4-5 дней раньше, чем при применении существующей технологии

Ключевые слова: минимальная обработка почвы, комбинированный агрегат, почвообрабатывающие рабочие органы

Karakhanov¹ A., Abdurakhmanov¹ A.A.¹ «Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture», Uzbekistan, Yangiyul**SEB DOUBLE CROPS ENERGY SAVING TECHNOLOGY IN THE ZONE IRRIGATED AGRICULTURE****Annotation**

The paper illustrates the results of the trials, which were conducted to reason the possibilities of sowing the seeds of recurring crops by means of minimal cultivation of the crests of ridges, which are left after the wheat crop harvest. In that case operations like watering before ploughing, ploughing and harrowing will be expelled, and the number of usage of mashines will be decreased. Implementation of combined mashines will allow to sow seeds of recurring crops for 4-5 days earlier than in the case of implementation of the current technologies

Keywords: minimal soil cultivation, combined aggregate, working tools for tillage

По существующей технологии севу предшествует ряд технологических операций: вспашка, чизелевание, боронование. Летний период, когда необходимо сеять повторные культуры, характеризуется высокой температурой. В это время, после уборки урожая пшеницы, почва обычно бывает пересушенной. Поэтому перед пахотой требуется провести полив. Известно, что на основную обработку почвы (пахоту) приходится основная масса расходов энергии и горюче-смазочных материалов. Боронование также считается энергоемкой операцией [1]. Кроме того, по существующей технологии на все подготовительные операции требуется потратить еще и время (как минимум 4-5 дней), поскольку после полива необходимо дожидаться поспевания почвы и только потом провести вспашку. Если отказаться от всех этих предварительных

операций и провести сев прямо по стерне пшеницы, разрыхлив только верхнюю часть гребней, где будут проходить сошники сеялки, то достигается существенная экономия энергоресурсов и времени. Последний фактор имеет немаловажное значение, поскольку повторным культурам отводится ограниченное время и при раннем наступлении осенних холодов урожайность культур может существенно снизиться [2].

Методы минимальной обработки почвы давно привлекают к себе заслуженное внимание. Известно, что «... природа ... никогда не пахала, она только сеяла. И этот посев на протяжении тысячелетий давал такой стабильный урожай биологической массы, о котором мы ... можем только мечтать» [3]. Возделывание сельскохозяйственных культур на постоянных гребнях является одним из методов минимальной обработки почвы. При этом существенно сокращаются количество технологических процессов и затраты на подготовку почвы. Снижается материалоемкость технологий, повышаются доходы фермерских и дехканских хозяйств, сохраняется плодородие почвы с улучшением экологии окружающей среды [4].

В настоящее время в Узбекистане значительная доля пшеницы возделывается путем сева ее в междурядья хлопчатника. При этом сбор урожая хлопчатника продолжается, а в междурядьях начинает прорастать пшеница. Для полива пшеницы борозды и гребни не нарезаются отдельной операцией, а используются существующие, на которых выращивался хлопчатник. Нами предложено использовать эти же гребни еще раз для возделывания летних повторных культур после уборки урожая пшеницы.

Для сева семян повторных культур на оставшихся после уборки урожая пшеницы гребнях планировалось обработать верхнюю часть гребней набором почвообрабатывающих рабочих органов от хлопкового культиватора на небольшую ширину, достаточную только для прохода сошников сеялки и одновременно с этим посеять семена культур. При этом мы исходили из того факта, что за время вегетации пшеницы, включая зимний период, проходит достаточно много времени, порядка 8 месяцев [1]. За это время корни хлопчатника, оставшиеся с прошлого года, успеют разложиться до хрупкого состояния и поэтому верхняя часть гребней с корнями хлопчатника легко поддаются обработке. Во вторых, поливные борозды, сохранившиеся после пшеницы, еще пригодны для проведения полива без их корректировки.

Опыты проведены на примере сева семян кукурузы. Подготовлен комбинированный агрегат (рисунок 1), состоящий из трактора, передней части хлопкового культиватора и пневматической сеялки, навешанной на заднюю навесную систему трактора. Передняя часть культиватора укомплектована набором почвообрабатывающих рабочих органов – плоскорежущая бритва, стрельчатая лапа, сферический и плоскорежущий диски в разной комбинации.



Рисунок 1 – Общий вид комбинированного агрегата

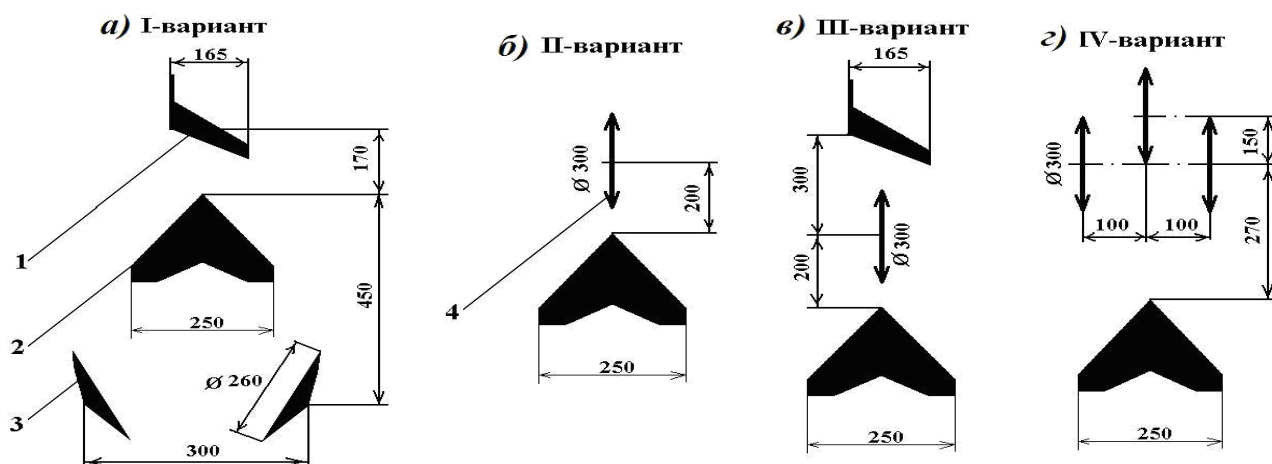
Назначение этих рабочих органов состоит в следующем:

1) Плоскорежущая бритва – подрезание почвенного пласта с растительными остатками на глубину 5-6 см, частичное смещение растительных остатков с верхней части гребня в борозду.

2) Стрельчатая лапа – подрезание почвенного пласта и рыхление почвы на глубину до 10 см, что превышает глубину заделки семян высеваемой культуры.

4) Плоскорежущий диск – разрезание почвенного пласта и растительных остатков с целью предотвращения забивания ими последующих рабочих органов, измельчение почвенных частиц.

Разные комбинации почвообрабатывающих рабочих органов представлены на рисунке 2.



1 – плоскорежущая бритва; 2 – стрельчатая лапа;
3 – сферический диск; 4 – плоскорежущий диск

Рисунок 2 – Схемы размещения рабочих органов для минимальной обработки почвы

Минимальная обработка почвы для одновременного сева семян повторных культур предлагаемыми рабочими органами осуществляется следующим образом:

1) Обработка верхней части гребня плоскорежущей бритвой, частично смещая при этом растительные остатки в сторону, рыхление почвы одной стрелчатой лапой на глубину, превышающую глубину заделки высеваемых семян. Следом поправка формы гребня двумя сферическими дисками, приподнимая почву с боков к верху. При этом предполагается, что крупные почвенные частицы (размером более 50 мм) будут спадать с верхней части гребня. Этим достигается улучшение фракционного состава почвы в зоне движения сошника сеялки (рисунок 2 а).

2) Обработка верхней части гребня одним плоским диском и одной стрелчатой лапой. Плоский диск движется впереди стрелчатой лапы: разрезает солому и другие растительные остатки, разрезает почвенный пласт вдоль будущего семенного рядка, частично измельчает почву. Работа стрелчатой лапы как по первому варианту (рисунок 2 б).

3) Обработка верхней части гребня плоскорежущей бритвой, одним плоским диском и стрелчатой лапой. Рабочие органы размещаются один за другим в упомянутом порядке и выполняют те же функции, что и по 1- и 2-вариантам (рисунок 2 в).

4) Обработка верхней части гребня тремя плоскими дисками и одной стрелчатой лапой. Диски устанавливаются в шахматном порядке: средний - по центру впереди и два по бокам – позади среднего диска. По следу центрального диска располагается стрелчатая лапа. Функции те же, что и сказано выше (рисунок 2 г).

Для опытов выбрано поле старого орошения. Масса соломы, оставшейся на поле после уборки урожая пшеницы, составила 4,2 т/га. Опытное поле по длине было разбито на два участка. На нижнем участке одновременно с минимальной обработкой почвы были посеяны семена кукурузы без полива в сухую почву, а верхний участок был оставлен для сева с предварительным поливом поля. Глубина хода рабочих органов составила: плоскорежущей бритвы – 5 см, стрелчатой лапы – 10 см, плоского диска – 8 см и сферического диска – 6 см.

После прохода различного набора почвообрабатывающих рабочих органов проведены работы по определению степени крошения почвы. Результаты приведены в таблице 1.

На первом варианте фракции размерами менее 25 мм составили 76,9%, фракции размерами более 50 мм – 6,6%.

На втором варианте, где работали один плоский диск и одна стрелчатая лапа, обнаружено наихудшее крошение почвы. Здесь фракции размерами менее 25 мм составили 69,1%, а фракции размерами более 50 мм – 15,2%.

Таблица 1 – Крошение почвы по вариантам обработки почвы

Варианты	Содержание почвенных частиц, %			
	менее 25 мм	> 25 мм- ≤ 50 мм	> 50 мм- ≤ 100 мм	более 100 мм
I	76,9	16,5	6,6	0
II	69,1	15,7	15,2	0
III	72,5	15,2	12,4	0
IV	85,5	7,7	6,8	0

На третьем варианте получено несколько лучшее крошение, чем на втором, однако показатели близки (соответственно, 72,5% и 12,3%). Это можно объяснить тем, что на этих вариантах количество почвообрабатывающих рабочих органов было минимальным. Наилучшее крошение почвы обнаружено на варианте 4, где были установлены три плоскорежущих диска в шахматном порядке в три следа и одна стрелчатая лапа по центру. Здесь фракции размерами менее 25 мм составили 85,5%, а фракции размерами более 50 мм – 6,8%. Причем, если сравнить данные 4-варианта с цифрами 1-варианта, то видно, что фракции размерами менее 25 мм увеличились за счет уменьшения фракций размерами от 25 до 50 мм, что также имеет положительное значение.

После проведения сева и определения степени крошения почвы в тот же день был проведен полив на всю длину гона, начиная с верхнего участка, где еще никакие работы не проведены. Таким образом, на верхнем участке проведен предварительный полив до сева, а на нижнем – подпитывающий полив после сева кукурузы. Полив осуществлен по существующим бороздам, оставшимся после уборки пшеницы.

На пятый день после полива (по достижении спелости почвы) на верхнем участке поля был проведен сев кукурузы по тем же вариантам, что и на нижнем участке поля. Различие состояло только в том, что на верхнем участке сев осуществлен во влажную почву после полива, а на нижнем – сев в сухую почву с последующим подпитывающим поливом и на 4 дня раньше, чем на верхнем участке.

При первом учете появления растений определена глубина заделки семян методом откапывания и замера длины этиолированной части корней растений. Глубина заделки семян составила в пределах 4,2-5,2 см при установочной 5 см. Наибольшая глубина заделки обнаружена на первом варианте, что объясняется наличием сферических дисков, которые несколько приподняли почву из откосов на вершину гребня. Наименьшая глубина заделки обнаружена на варианте 3, где были использованы плоскорежущая бритва, один плоский диск и стрелчатая лапа.

В таблице 2 приведены результаты наблюдения за ростом и развитием растений кукурузы.

Таблица 2 – Результаты наблюдений

Варианты	25 июля	30 июля	4 августа	28 августа
Сев (19 июля) в сухую почву с последующим подпитывающим поливом				
I	49,7 / 4,1	61,1 / 13,7	-	60,0 / 42,2
II	50,9 / 4,5	66,4 / 16,4	-	64,4 / 51,3
III	55,1 / 4,8	69,5 / 13,5	-	64,1 / 50,5
IV	57,1 / 4,4	66,7 / 12,9	-	68,3 / 51,9
Сев (24 июля) во влажную почву после полива				
I	-	43,0 / 3,8	64,5 / 13,1	63,0 / 43,8
II	-	55,6 / 4,4	55,6 / 14,4	56,1 / 47,0
III	-	53,7 / 4,6	56,4 / 12,9	59,7 / 48,3
IV	-	54,1 / 4,0	64,1 / 10,7	62,3 / 36,1

Примечание: в числителе – густота стояния растений, тыс.шт/га;
в знаменателе – высота растений, см.

К 25 июля количество всходов кукурузы на вариантах, где сев осуществлен в сухую почву, составило от 49,7 до 57,1 тыс.шт/га.

Причем, наименьшая густота установлена на 1-варианте, что можно объяснить разницей в глубине заделки семян. К 30 июля, на 12-день после сева, густота стояния растений заметно увеличилась и составила в пределах 61,1-69,7 тыс.шт/га. Следует отметить, что между вариантами серьезных отличий не отмечено. Подсчеты через 40 дней после сева показали, что густота стояния растений несколько изменилась в меньшую сторону, что естественно объясняется влиянием культивации и других неизбежных факторов.

Что касается роста растений, то на вариантах, где сев осуществлен в сухую почву с последующим поливом, высота растений кукурузы на 6-день после сева на 1-варианте составила 4,1 см, а на других трех вариантах – в пределах 4,4...4,8 см. На учетах 28 августа (на одну дату, без учета срока сева) высота кукурузы на вариантах сева без полива составила 42,2...51,9 см.

На вариантах же с предварительным поливом эти показатели были в пределах 36,1...48,3 см. Здесь явное преимущество наблюдается на вариантах сева в сухую почву с последующим подпитывающим поливом, что объясняется, с одной стороны, ранним сроком сева, с другой стороны, тем, что при последующем поливе семена получают большую влагу, чем при севе после полива. Потому-что, во втором случае для сева необходимо дожидаться оптимальной влажности почвы. На рисунке 3 представлен фрагмент опытного поля с кукурузой.

Сравнивая все полученные данные на вариантах можно сделать следующий вывод: в обоих случаях получены полноценные всходы с достаточной густотой стояния растений, однако при севе в сухую почву с последующим подпитывающим поливом в начальный период всходы появляются более дружно, чем при севе во влажную почву после предварительного полива.



Рисунок 3 – Фрагмент опытного поля с кукурузой

В дальнейшем показатели по густоте выравниваются. При севе с предварительным поливом необходимо, дожидаясь момента поспевания почвы и, с другой стороны, не упуская оптимальной влажности последней, в сжатые сроки провести сев с тем, чтобы получить дружные всходы. Если упустить этот момент, придется провести дополнительный полив, что нежелательно. При севе в сухую почву с последующим поливом такой спешки не будет, поскольку подпитывающий полив можно провести в течении последующих дней после сева. Самое главное, при этом можно будет провести сев на 4-5 дней раньше, чем при севе с предварительным поливом.

Выводы

Применение комбинированного агрегата, состоящего из трактора, передней части хлопкового культиватора с плоскорежущими дисками и стрельчатой лапой и пневматической сеялки, навешанной на заднюю навесную систему трактора, дает возможность сева семян повторных культур одновременно с минимальной обработкой верхушек гребней, оставшихся после уборки урожая пшеницы. При этом исключаются операции полив перед пахотой, пахота и боронование. Сев осуществляется одновременно с минимальной обработкой почвы. Применение комбинированного агрегата позволит провести сев семян повторных культур на 4-5 дней раньше, чем при применении существующей технологии.

Список литературы

1. Қишлоқ хўжалиги экинларини парваришлаш ва маҳсулот етиштириш бўйича намунавий технологик карталар. 2016-2020 йиллар учун. – Часть I. – Ташкент: Spektrum Media Group, 2016. – 136 с.
2. Маъмуров А., Ёрматова Д. Энг яхши такрорий экин // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. – Ташкент, 2007. - № 6. – с.17.
3. Шикула Н.К., Назаренко Г.В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. – Москва: Агропромиздат. – 1990. – С.284.

УДК 631.316.445

Дерепаскин¹ А.И., Полищук¹ Ю.В., Куваев¹ А.Н., Токарев¹ И.В.
¹Костанайский филиал ТОО «КазНИИМЭСХ», Костанай, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ УПЛОТНЕННЫХ ПОЧВ

Аннотация

В статье представлены результаты исследований по обоснованию технологической схемы и параметров рабочих органов для основной обработки уплотненных почв. Схема должна состоять из последовательно установленных дискового ножа, плоскорежущей лапы шириной захвата 0,7-0,8 м и пруткового прикатывающего катка. Обоснованные схема и параметры обеспечивают лучшее качество обработки почвы в рассматриваемых условиях
Ключевые слова: рабочие органы, технологическая схема, ширина захвата

A.I. Derepaskin¹, Y.V. Polishchuk¹, A.N. Kuvaev¹, I.V. Tokarev¹
²Kostanay branch of «KazRIMEA », Kostanay

RATIONALE TECHNOLOGICAL SCHEMES AND PARAMETRES OF WORKING ORGANS FOR PRIMARY TREATMENT COMPACTION

Annotation

In the article the results of the researches on the substantiation of the technological scheme and parameters of the tillage tools for the primary tillage of the solid soils are presented. The scheme should consist of the connected in sequence disc coulter, the sweep subsurface cultivating tool with a width of 0,7-0,8 m. and the bar press wheel. The substantiated scheme and parameters provide a better quality of tillage in the considered condition

Keywords: working elements, technological scheme, working width

Почвенный покров Северного Казахстана представлен в основном черноземами, каштановыми, карбонатными и солонцовыми почвами тяжелого и среднего механического состава. Для поддержания пахотного слоя в оптимальном состоянии требуется проведение разноглубинных механических обработок. Северный Казахстан относится к районам с выраженной ветровой активностью, поэтому накопление и сохранение почвенной влаги является залогом высоких и стабильных урожаев.

Основными приемами накопления осенних и зимних осадков на стерневых полях является максимальное сохранение на поверхности поля стерни и других пожнивных остатков и создание рыхлого пахотного слоя. При осенней обработке дополнительно необходимо подрезать корнеотпрысковые сорные растения. В полной мере этим задачам отвечают плоскорезные орудия для безотвальной обработки почвы.

Созданные в советское время и используемые до настоящего времени глубокорыхлители КПГ-250, ПГ-3-100 и ПГ-3-5 выполняют безотвальное рыхление пахотного слоя на глубину до 30 см при сохранении до 60% стерни

на поверхности поля при твердости обрабатываемого слоя не выше 3,5 МПа. На уплотненных почвах, что наблюдается повсеместно, вследствие сокращения количества механических обработок, известные отечественные и зарубежные орудия не обеспечивают требуемого качества обработки по уровню крошения обрабатываемого слоя и по сохранности стерни. При этих условиях на поверхности поля после прохода существующих орудий остаются крупные глыбы размерами от 100 до 200 мм [1].

Поэтому, при использовании энергосберегающих технологий, возникла проблема в повышении качества обработки, производительности труда и снижении удельных энергетических затрат. Разработка почвообрабатывающих машин, обеспечивающих качественную обработку уплотненного пахотного слоя, является актуальной задачей для сельскохозяйственного производства республики.

Для обоснования технологической схемы и основных параметров рабочего органа были проведены лабораторно-полевые исследования вариантов рабочих органов и технологических схем. Исследования проводились на лабораторной установке, представленной на рисунке 1.



Рисунок 1 – Лабораторная установка для проведения исследований

Конструкция лабораторной установки позволила провести исследования и уточнить конструктивную схему орудия по расположению плоскорежущих рабочих органов, дополнительных прижимных катков, дополнительных ножей перед стойками плоскорежущих рабочих органов и параметры последних (ширина захвата рабочего органа, углы установки долота и лемехов ко дну борозды).

Исследовались плоскорежущие рабочие органы с углами установки долота и лемехов 29-32 градусов с шириной захвата от 0,6 до 1,0 м, а также рабочий орган шириной захвата 0,8 м с изменяемым углом установки долота и лемехов от 20 до 40 градусов (рисунок 2).

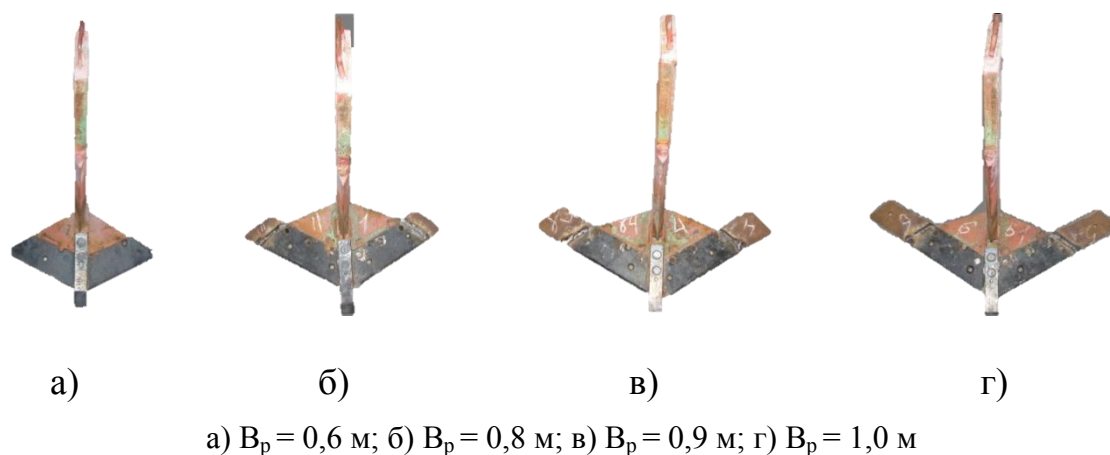


Рисунок 2 – Варианты плоскорежущих рабочих органов

Для повышения степени сохранности стерни перед стойкой плоскорежущего рабочего органа устанавливались черенковый и дисковый ножи. Для поверхностного уплотнения почвы после прохода плоскорежущего рабочего органа и заделки образовавшейся по следу стойки борозды устанавливались три типа катков. Внешний вид дискового и черенкового ножей, а также варианты прижимных катков, установленные на лабораторно-полевой установке, представлены на рисунке 3.



а)



б)



в)



г)



- а) дисковый нож; б) черенковый нож; в) конический каток;
 г) сдвоенный цилиндрический каток; д) узкий прутковый каток;
 е) широкий прутковый каток

Рисунок 3 – Варианты технологических схем орудия

Показатели, характеризующие качество выполнения технологического процесса (сохранность стерни на поверхности, крошение обрабатываемого слоя, гребнистость и глубина обработки), определялись в соответствии с требованиями СТ РК 1560 [2]. Показатели энергетической оценки определялись в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52777 [3].

Состояние обрабатываемого слоя в период исследований характеризовалось следующими показателями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Влажность, твердость и плотность почвенных слоев на стерновом поле

Почвенные слои, см	Определяемые показатели:		
	влажность, %,	твердость, МПа	плотность, г/см ³
0–5	14,1	1,1	1,1
5–10	14,5	3,0	1,2
10–15	16,6	4,7	1,3
15–20	20,4	5,5	1,3
20–25	18,9	6,1	1,2
25–30	17,6	7,1	1,3

На выбранном поле применялась в течении 10 лет нулевая технология с химическим паром после пяти лет возделывания зерновых культур. Почвенные условия являются типичными для полей, на которых применялись элементы минимальной и нулевой технологий возделывания зерновых культур.

Результаты исследований показали, что крошение почвенного слоя в зоне работы лемехов (глубина 15-30 см) с увеличением ширины захвата рабочего органа снижалось, а сохранность стерни возрастала в соответствии с рисунком 4.

Следует отметить, что в данных почвенных условиях, когда твердость обрабатываемого слоя в три раза превышала рекомендуемую по агротехническим требованиям, не один из исследуемых вариантов рабочих

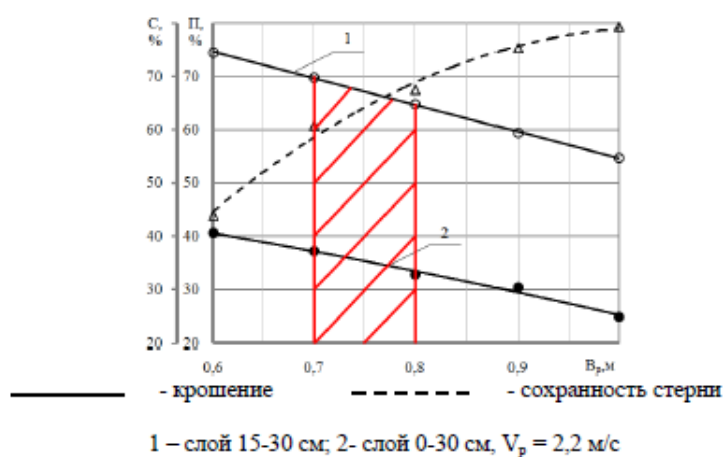
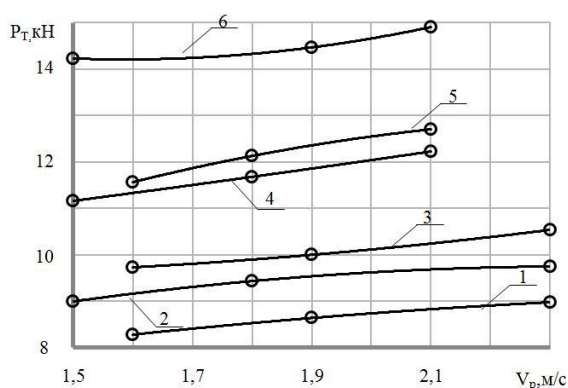


Рисунок 4 – Влияние ширины захвата рабочего органа V_p на крошение почвенного слоя Π и сохранность стерни на поверхности поля C

органов не обеспечивал требуемое качество крошения по всей глубине обработки. В зоне работы лемеха крошение обрабатываемого слоя тем выше, чем меньше ширина захвата рабочего органа. Такая же закономерность прослеживалась и по всему обрабатываемому слою. Увеличение крошения обрабатываемого слоя с уменьшением ширины захвата лапы происходило за счет стойки. Максимальное крошение было получено с рабочим органом шириной захвата 0,6 м. Однако при этом наблюдался наименьший процент сохранности стерни на поверхности поля. Это происходило вследствие разброса почвы за стойкой, образования борозды и гребня по бокам стойки.

По качеству крошения обрабатываемого слоя и по сохранности стерни на поверхности лучшие показатели были получены с рабочими органами шириной захвата 0,7 и 0,8 м. Эти рабочие органы позволили повысить качество крошения обрабатываемого слоя в 1,2 раза по сравнению с рабочим органом орудия ПГ-3-5.

С увеличением скорости движения тяговое сопротивление рабочего органа возрастало (рисунок 5).



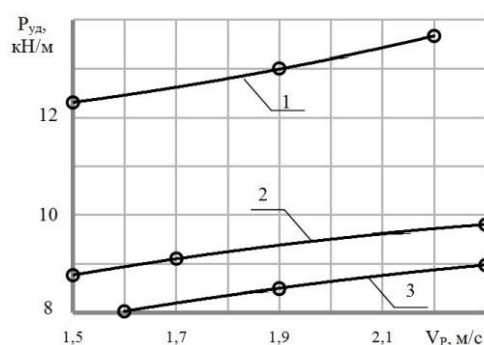
1 - $V_p = 0,6$ м; 2 - $V_p = 0,7$ м; 3 - $V_p = 0,8$ м; 4 - $V_p = 0,9$ м; 5 - $V_p = 1,0$ м; 6 - $V_p = 1,1$ м
ПГ-3-5

Рисунок 5 – Влияние рабочей скорости движения V_p на тяговое сопротивление плоскорезующих рабочих органов P_t

По абсолютной величине наименьшее тяговое сопротивление в данных почвенных условиях имел рабочий орган шириной захвата 0,6 м, а наибольшее – рабочий орган шириной захвата 1,0 м.

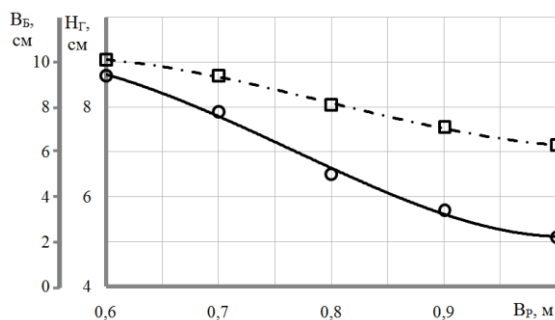
Существенное влияние на тяговое сопротивление рабочего органа оказывали условия работы его в почвенной среде. На равных скоростях движения минимальное тяговое сопротивление имел рабочий орган, работающий в режиме свободного резания, в соответствии с рисунком 6.

После прохода рабочих органов за стойкой образовывалась борозда и по обе стороны от стойки создавались гребни, величина которых зависела от ширины захвата лапы и скорости движения рабочего органа. Наибольшая ширина борозды и высота гребней была получена с рабочим органом шириной захвата 0,6 м, при средней скорости движения 2,2 м/с, в соответствии с рисунком 7.



1- режим блокированного резания; 2 – режим полублокированного резания; 3 - режим свободного резания, $V_p = 0,8 \text{ м}$

Рисунок 6 – Влияние скорости движения V_p на тяговое сопротивление плоскорежущего рабочего органа P_T



— высота гребней - - - - - ширина борозды

$$V_p = 2,2 \text{ м/с}$$

Рисунок 7 – Влияние ширины захвата рабочего органа на ширину борозды B_b и высоту гребня H_g за стойкой

По комплексному показателю крошение почвенного слоя, сохранность стерни на поверхности и удельному тяговому сопротивлению в данных

почвенных условиях лучшие результаты были получены на вариантах рабочих органов с шириной захвата 0,7 и 0,8 м.

Исследования технологических схем орудия, проведенные с целью снижения разброса почвы и гребнистости поверхности поля, показали, что черенковые и дисковые ножи перед стойкой уменьшали ширину борозды, из-за чего возрастала сохранность стерни на поверхности, но не оказывали влияние на высоту гребней, образуемых за плоскорежущим рабочим органом (таблица 2).

С увеличением угла наклона черенкового ножа разброс почвы и ширина борозды уменьшался, а тяговое сопротивление возрастало.

Дисковый нож перед стойкой, как и черенковый, снижали разброс почвы и ширину борозды. Лучшие показатели по ширине борозды и сохранности стерни были получены с самоустанавливающимся диском.

Установка двойного цилиндрического катка перед стойкой не обеспечила устойчивого выполнения технологического процесса. Прижатие почвенного пласта во время его подъема плоскорежущей лапой способствовало образованию почвенного вала, который приводил к заклиниванию почвы между рамой и поверхностью поля. При этом полностью уничтожалась стерня.

Установка прикатывающих катков цилиндрического, конического и пруткового за стойкой позволяла снизить ширину развальную борозды и высоту гребней, но при этом уменьшалась сохранность стерни, а выравненность поверхности поля не отвечала агротехническим требованиям.

Высота гребней за стойкой тем выше, чем меньше ширина захвата рабочего органа. Наибольшая высота гребней была получена за стойкой плоскорежущего рабочего органа шириной 0,6 м, а наименьшая образовывалась за стойкой рабочего органа шириной захвата 1 м.

Таблица 2 – Показатели работы технологических схем орудия для основной обработки уплотненных почв ($B_p = 0,8$ м)

Варианты технологических схем орудия	Ширина борозды за стойкой, см	Высота гребня за стойкой, см	Сохранность стерни на поверхности, %	Отклонение средней глубины обработки	Удельное тяговое сопротивление, кН/м
Черенковый нож перед стойкой с углами установки (к поверхности поля): 30 градусов; 60 градусов; 90 градусов					
	7,7	6,5	80,6	1,8	13,7
	7,9	6,4	77,3	1,5	13,1
	8,2	6,7	74,9	1,7	12,4
Дисковый нож перед стойкой: на жесткой стойке; самоустанавливающийся	8,0	6,7	82,1	1,6	12,4
	7,8	6,0	83,9	1,4	12,1
Цилиндрический каток	---	---	---	---	14,5

за стойкой					
Конический каток за стойкой	6,5	5,5	47,6	1,7	13,0
Прутковый узкий каток за стойкой	6,9	5,0	43,1	1,3	13,1
Прутковый широкий каток за стойкой	8,1	6,5	75,8	1,5	12,5
Дисковый нож перед стойкой и прутковый широкий каток за стойкой	5,6	4,9	78,1	1,2	12,6

По сравнению с плоскорежущей лапой орудия ПГ-3-5 экспериментальные рабочие органы создавали гребень меньшей высоты на сравниваемых скоростных режимах движения. Это объяснялось наличием черенкового ножа перед стойкой и меньшей шириной стойки.

Наилучшие показатели по разбросу почвы, выравниванию поверхности поля и по сохранности стерни были получены в варианте установки дискового ножа перед стойкой и широкого пруткового катка за стойкой.

Таким образом, технологическая схема орудия для основной обработки уплотненных почв, обеспечивающая лучшее качество обработки, должна состоять из последовательно установленных дискового ножа, плоскорежущей лапы шириной захвата 0,7-0,8 м и пруткового прикатывающего катка для выравнивания и уплотнения всей обработанной поверхности.

Список литературы

1 Кененбаев, С.Б. Проблемы и приоритеты научного обеспечения ресурсосберегающего земледелия в Казахстане. Диверсификация растениеводства и No-Till как основа сберегающего земледелия и продовольственной безопасности [Текст] /С.Б. Кененбаев //Сб. докладов международной конференции, посвященной 20-летию независимости Республики Казахстан, 23-24 июня 2011 г. – 2011. – С. 9-16.

2 СТ РК 1560-2006. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей [Текст]. – Введ. 2006-11-24. – Астана: : Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли республики Казахстан, 2006. – 42 с.

3 ГОСТ Р 52777 – 2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки [Текст]. – Введ. 2007-11-13. – М.: Стандартинформ, 2007. – 7с.

УДК 614.314.4

Каримов¹ М., Ли¹ А., Ибрагимова¹ Х., Ганибоева¹ Э., Холиёров² И.¹Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Узбекистан²Иностранное предприятие «Даичи»**К ТЕОРИИ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ДАМБОУПЛОТНИТЕЛЕМ****Аннотация**

В статье приведены результаты теоретических исследований по определению некоторых параметров рабочего органа для уплотнения дамб временных оросителей. Приведены формулы по определению ширины дна выемки временного оросителя и результаты апробации модернизированного каналокопателя.

Ключевые слова: рабочий, орган, параметр, плотность, дамба, исследования, теория, формула, график, результат, фильтрация, грунт

Karimov¹ M., Lee¹ A., Ibragimov¹ H., Ganiboeva¹ E., Holiërov² I.¹Tashkent Institute of Irrigation and Melioration, Tashkent, Uzbekistan²Foreign enterprise "Daichi"**THE THEORY SOIL COMPACTION LEVEE COMPACTOR****Annotation**

In article results of theoretical researches by definition of some parametres of working body for consolidation of dams of time sprinklers are resulted. Formulas by definition of width of a bottom of dredging of a time sprinkler and results of approbation modernised kanalokopatel are resulted.

Keywords: the worker, body, parametre, density, a dam, researches, the theory, the formula, the schedule, result, a filtration, a ground.

Плотность дамбы временного оросителя играет важную роль в обеспечении ее водоудерживающей способности. Чем больше плотность грунта дамбы, тем меньше фильтрация, следовательно, меньше размыв. Результаты ранних исследований формы образованной дамбы при нарезке временных оросителей и его уплотнения говорят об эффективности использования конической формы катка [1].

Конический каток в процессе работы вращается на своей оси со скольжением, характерным для пассивных уплотняющих катков, т.е. не имеющих вращающегося момента на валу. Чтобы выяснить влияние скольжения на величину продольного перемещения уплотняемых частиц почвы на поверхности дамбы, графически рассмотрим характер воздействия основания конической части катка на них. Предположим, что конический каток движется со скольжением.

Для исключения образования “мертвой” глубины, глубина выемки временного оросителя должна быть равна или меньше глубины поливных борозд, т.е. $h_{\text{во}} \ll H_k$ (рисунок 1) [2].

Однако с другой стороны временный ороситель должен пропускать требуемое количество воды. С учетом этих условий выведена следующая зависимость для определения ширины дна выемки временного оросителя.

$$B = \frac{Q - (h_{в.о} + h_k)^2 C \sqrt{0,45 \cdot Q^{0,4} \cdot i} \cdot ctg \lambda}{(h_{в.о} + h_k) \cdot C \sqrt{R \cdot i}}, \quad (1)$$

где Q – расход воды в оросителе ($Q = 40 \dots 70$ л/с);

S – площадь “живого” сечения оросителя, m^2 ;

C – коэффициент Шези (коэффициент скорости);

R – гидравлический радиус (по данным С. Гиршкана $R = 0,45 Q^{0,4}$);

i – уклон дна временного оросителя.

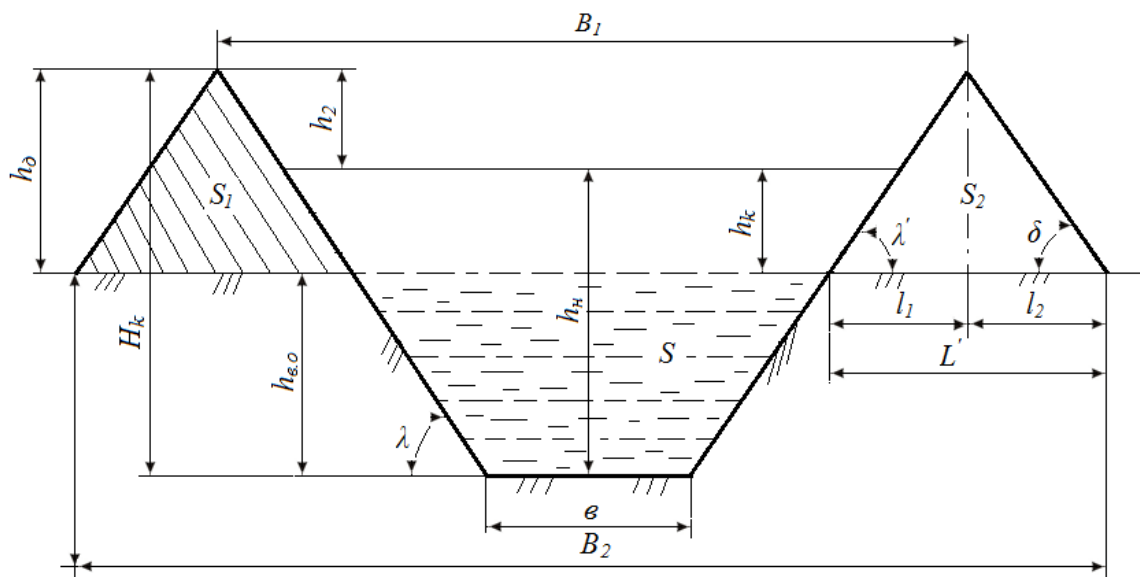


Рисунок 1 – К определению размеров временного оросителя

Принимая допущение, что сумма площадей поперечного сечения дамб с двух сторон оросителя равна площади поперечного сечения выемки, можно получить следующее равенство:

$$h_d = \sqrt{\frac{(B + h_{в.о} \cdot ctg \lambda) \cdot h_{в.о} \cdot K_p}{ctg \lambda + ctg \delta}}, \quad (2)$$

где h_d – высота дамбы; λ – угол откоса выемки; λ^1 – угол откоса дамбы (внутренний); K_p – коэффициент разрыхления почвы; δ – угол откоса дамбы (внешний).

Расчёты по формуле (2) показали, что при значениях: $h_{с.о} = 0,15 \dots 0,16$ м, $b = 0,4$ м, $\lambda = \lambda^1 = 45^\circ$, $\delta = 39^\circ$ и $K_p = 1,2$ высота дамбы составляет $h_d = 0,20 \dots 0,23$ м.

Ширина (L') основания дамбы является одним из важных параметров временного оросителя, потому что существенно влияет на высоту дамбы и ширину (b_2) занимаемой полосы оросителя. Из рисунка 1 видно, что:

$$L' = l_1 + l_2, \quad (3) \quad l_1 = h_o \cdot ctg\lambda', \quad (4)$$

где h_o – высота схода почвенной частицы с отвала, м;

l_2 – дальность отбрасывания почвенных частиц, м.

Для определения дальности l_2 отброса почвенных частиц составлено дифференциальное уравнение движения центра массы поперечного сечения пласта в системе координат YOZ в виде [3]:

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = 0; \quad m \frac{d^2z}{dt^2} = -mg, \quad (5)$$

Решая дифференциальное уравнение (5) с учётом начальных условий (при $t=0$, $\frac{dy}{dt} = v_a \cdot \cos\mu$, $\frac{dz}{dt} = v_a \cdot \sin\mu$, $y = l_1$, $Z=h_o$, где μ – угол наклона вектора v_a к горизонту), получим:

$$l_2 = \{v_a^2 \cdot \cos^2\mu [tg\mu + \sqrt{tg^2\mu + 2gh_o/(v_a^2 \cdot \cos^2\mu)}]\}/g, \quad (6)$$

где $v_a = v_0 \cdot \cos \frac{\gamma_{кр}}{2} \cdot \sqrt{2(1 - \cos\gamma_{кр})}$ – начальная скорость почвенных частиц, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с².

Ширину (B_2) занимаемой оросителем полосы можно определить с учётом (4) и (6) из следующей зависимости:

$$B_2 = 2 \left\{ h_{в.о} + ctg\lambda + h_o ctg\lambda' + \frac{2}{g} V_{п}^2 \left[tg\mu + \sqrt{tg^2\mu + \frac{2gh_o}{V_{п}^2 \cos^2 \frac{\gamma_{кр}}{2} (1 - \cos\gamma_{кр}) \cos^2\mu}} \right] \cos^2 \frac{\gamma_{кр}}{2} (1 - \cos\gamma_{кр}) \cos^2\mu \right\} + b, \quad (7)$$

Апробация модернизированного каналокопателя КБН-0,35Б с обоснованными параметрами уплотняющих рабочих органов показывает, что с изменением скорости движения агрегата от 0,80 до 1,79 м/с, ширина основания дамбы увеличивается от 0,66 до 0,96 м, в то время, как высота дамбы уменьшается от 0,24 до 0,14 м (рисунок 2) [4].

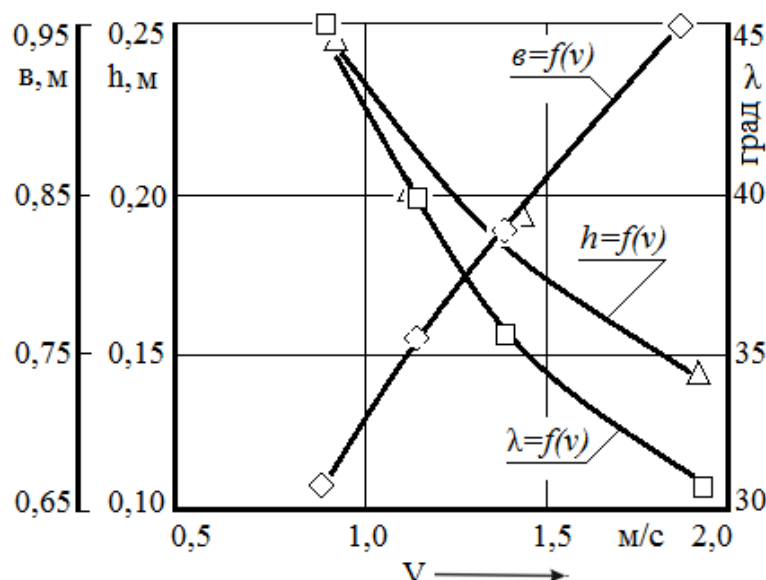


Рисунок 2 – Графики зависимости: $h=f(v)$; $v=f(m)$ и $\lambda=f(v)$

Это объясняется тем, что чем больше скорость движения агрегата, тем больше отбрасывание грунта в стороны.

Более качественная дамба получается при скорости движения агрегата в пределах 1,2 ... 1,4 м/с., и высота дамбы достигает до 0,20 м, а ширина основания варьирует в пределах 0,76 ... 0,83 м.

Для установления минимального предела плотности грунта дамбы, предотвращающей его размыв водой, был изучен процесс фильтрации воды в зависимости от его уплотненности. Исходные размерные значения дамбы были: высота 0,22 м, ширина основания дамбы 0,78 м., а уплотнение дамбы осуществлялось вручную и трамбовкой (рисунок 3) [5].

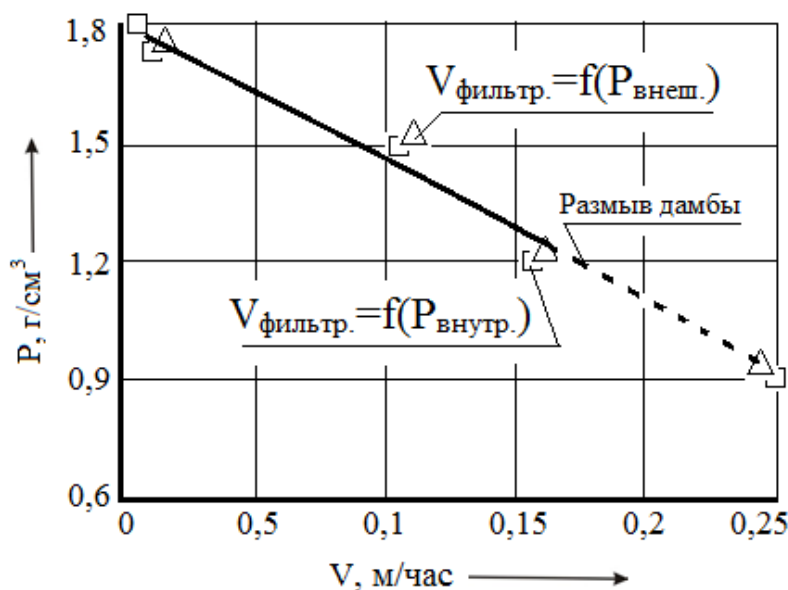


Рисунок 3 – Графики зависимости: $V_{филтр.}=f(P_{внеш.})$; $V_{филтр.}=f(P_{внутр.})$

Из рисунка 3 следует, что состояние грунта временного оросительного канала, характеризующее плотностью внутреннего и внешнего откосов, не должно составлять менее $1,5 \text{ г/см}^3$, так как в противном случае произойдет размыв дамбы.

Список литературы

1. Слободюк П.И. Исследование и обоснование параметров рабочего органа для нарезки поливных борозд при различных скоростях движения. Дисс... канд... техн... наук. – Янгиюль, 1967. – 200 с.
2. Ф. Бахрамов. Обоснование параметров рабочего органа каналокопателя для нарезки временных оросителей. Дисс ... канд ... техн ... наук. – Янгиюль, 1995. – 168 с.
3. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики. – М.: Наука, 1977. – Т. II. – 544 с.
4. М. Каримов. Механический способ уплотнения грунта в траншеях закрытых дрен. Тезисы докладов «Проблемы механизации работ и повышения эффективности использования машин в водохозяйственном комплексе УзССР». – Ташкент, 1991. – 15 с.
4. Р. Назиров, М. Каримов. «Водоудерживающая способность дамб» //Сельское хозяйства Узбекистана. – 1996. – №5. – С. 26.

УДК 631.171:311

Некрасов¹ А.И., . Борисов¹ Ю.С¹ ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии, Москва, Россия**МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОГО
СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ****Аннотация**

В статье представлены обобщенные результаты многолетних исследований авторов эксплуатационной надежности электродвигателей в сельскохозяйственном производстве и изменения во времени электрического сопротивления изоляции и зазоров в сопряжениях подшипниковых узлов при разных условиях эксплуатации. Предложены инженерные способы оценки, контроля и прогнозирования технического состояния электродвигателей, их полных и остаточных ресурсов, обоснованы рентабельные варианты капитального ремонта, сообщено о новой номограмме для оперативного определения текущих значений сопротивления изоляции и ресурсов электродвигателей.

Ключевые слова: электродвигатель, сопротивление изоляции, подшипниковый узел, ресурс, отказ, капитальный ремонт, номограмма, рентабельность

Nekrasov¹ A.I., Borisov¹ Y.S.¹GNU VIESH RAAS, Moscow, Russia**THE METHODS OF THE EFFICIENCY CONTROL
OF ELECTRICAL MOTORS****Annotation**

The article presents generalized results of long-term studies of the authors of operational reliability of electric motors in agricultural production and changes in the time of electrical resistance of insulation and gaps in the interfaces of bearing units under different operating conditions. Engineering methods for estimating, controlling and predicting the technical condition of electric motors, their full and residual resources, substantiating cost-effective options for overhauling, and reporting a new nomogram for the operative determination of the current values of insulation resistance and motor resources are proposed.

Keywords: electrical motor, resistance of insulation, bearing module, resource, nomogram, overhaul, profitability

Эффективное использование электрифицированной техники в сельском хозяйстве возможно только при правильном монтаже, надлежащем обслуживании и своевременных ремонтах асинхронных электродвигателей (ЭД). Очень важен систематический контроль технического состояния ЭД, поскольку именно их отказы вызывают в большинстве случаев простои технологических линий и экономические ущербы.

ВИЭСХ совместно со своими соисполнителями в течение многих лет исследовал эксплуатационную надежность ЭД как на предприятиях, так и на специальных стендах в условиях лаборатории. В частности, при организации электротехнической промышленностью массового производства ЭД серии 4А была получена от 11 заводов-изготовителей и прошла пятилетние

эксплуатационные испытания на 125 сельскохозяйственных объектах в 53 хозяйствах девяти зон СССР партия из 705 ЭД (528 общепромышленного и 177 сельскохозяйственного исполнения) мощностью 0,75...45 кВт синхронной частотой вращения 1000...3000 мин⁻¹. Ввиду специфики сельскохозяйственного производства, характеризующейся тяжелыми условиями для работающих ЭД, за пять лет наблюдений вышло из строя 49% от общего их числа. Наибольшая доля (15%) пришлось на первый год (приработка), в последующие годы эта доля снижалась. Основные виды неисправностей: обугливание и оплавление изоляции статорной обмотки (66%), выгорание обмотки (8%), пробой изоляции в лобовых частях (11%), отгорание выводных концов (4%), повреждение подшипников (9%). Таким образом, 85% отказов приходится на обмотку, 9% - на подшипниковый узел (ПУ). – они и являются основными ресурсообразующими элементами ЭД. На долю неисправностей других деталей (вентилятора, ротора, коробки выводов, станины, лап, крышек) пришлось всего 2% всех отказов. Главными причинами выхода из строя ЭД выступили перегрузка (40%) при низком качестве защиты от аварийных режимов, обрыв фазы (19%), загрязнение, в том числе заваливание кормом, перерабатываемым или сыпучим материалом (13%), воздействие воды или(и) дезинфицирующих растворов (12%), дефекты монтажа (7%), нарушение смазки подшипников и повышенная вибрация (9%).

Техническое состояние ЭД наиболее достоверно можно определить, опираясь на физические характеристики их обмоток и ПУ. В стране приняты правила, которыми предписано систематически следить за величинами электрического сопротивления изоляции Z и зазоров δ в сопряжениях ПУ, при этом их сравнивают с нормируемыми максимально допустимыми значениями.

Это позволяет из накопленных сервисными службами страны протоколов и актов получить необходимый статистический материал по характеру и степени изменения во времени t качества изоляции обмоток, элементов ПУ с учетом реальных условий эксплуатации, а также достаточно точно определить их ожидаемые полные R и остаточные $R(\tau)$ ресурсы, где τ - начало отсчета остаточного ресурса).

В результате десятилетнего накопления и последующей статистической обработки информации по Z была установлена возможность применения параболической математической модели: коэффициенты параболы g и f определяются конкретными сочетаниями преобладающих в различных производственных помещениях эксплуатационных факторов, основными из которых являются температура и относительная влажность воздушной среды в месте расположения ЭД, количество пусков в час и загрузка, содержание в воздухе агрессивных паров и газов, в первую очередь аммиака и серы [1]:

$$Z(t) = Z_0 - gt^2 - ft, \text{ МОм.} \quad (1)$$

По каждому из указанных эксплуатационных факторов осуществлена раздельная группировка по их наиболее характерным величинам: для относительной влажности и режимам работы оказалось по 5 групп, по

температуре окружающей среды – 3, по содержанию агрессивных газов – 2, Выявлено 26 и 68 значений коэффициентов g и f : $g=0,13...0,54$, $f=4,34...17,79$.

Для всех реально возможных сочетаний эксплуатационных факторов набирается по 150 парабол с фиксированной величиной начального (замеренного перед вводом в эксплуатацию смонтированного нового или капитально отремонтированного ЭД) сопротивления изоляции Z_0 – свободного члена уравнения (1). Точка пересечения той или иной параболы с горизонтальной осью (абсцисс) отсекает на ней отрезок, равный полному календарному ресурсу изоляции R_n в месяцах.

Аналитически он представляет собой положительный корень решения уравнения (1). Остаточный ресурс $R(\tau)$ любого технического изделия по завершении какого-то промежутка времени τ эксплуатации определяется разностью

$$R(\tau) = R - \tau, \quad \text{мес.} \quad (2)$$

Поскольку Z_0 может принимать любое значение в очень широких пределах, численность парабол чрезвычайно велика, что существенно затрудняет их применение. С целью упорядочения зависимостей и получения возможности их практического использования выполнена группировка всех 150 кривых при фиксированном Z_0 таким образом, чтобы погрешность получаемых из каждой эквивалентной (обобщающей) кривой текущих значений $Z(t)$ отличалось от аналогичных значений объединяемых зависимостей не более плюс-минус 5%.

В итоге набралось 33 эквивалентных кривых, каждая из которых объединяет по 2...10 парабол и соответствует тому или иному ряду конкретных сочетаний эксплуатационных факторов. Построены также графики зависимостей полного ресурса изоляции R_n обмоток ЭД от величины Z_0 , содержащие по 33 таких кривых для разных условий эксплуатации. Графики применимы для $Z_0=100...30000$ МОм, т.е. охватывают практически весь диапазон возможных значений $Z(t)$, для которых срок службы ЭД составляет не менее 15...25 лет.

Указанные графики объединены в номограммы. Они содержат серии из 33 кривых, построенных в прямоугольной системе координат с равномерными шкалами: на положительной оси абсцисс отложены значения Z_0 (МОм), на отрицательной – t и τ (лет) на положительной оси ординат – значения R_n и $R(\tau)_n$, на отрицательной – $Z(t)$ (МОм). Квадрант I служит для оценки R_n (срока службы изоляции ЭД), II – для определения $R(\tau)_n$, III – для нахождения текущих значений $Z(t)$.

Номограммы позволяют оперативно оценить R_n , $R(\tau)$ и $Z(t)$ при фактическом Z_0 для ЭД любой технологической линии всех сельскохозяйственных предприятий.

На надежность обмотки ЭД значительно влияет степень ее нагрева. Существующие защиты зачастую не обеспечивают отключение ЭД при его перегреве. Исследованиями с участием персонала испытательных центров ряда заводов-изготовителей установлена количественная взаимосвязь между

температурами нагрева лобовых частей обмоток $T_{л}$, которые, как известно, нагреваются в наибольшей степени, и стали сердечника статора в гнезде рым-болта $T_{г}$; $K=T_{л}/T_{г}$ (таблица 1).

Таблица 1 – Группировка типов обследованных электродвигателей по значениям коэффициента K

Значения K	$K=1,7$				$K=1,4$			
Частота вращения, мин^{-1}	3000	1500	1000	750	3000	1500	1000	750
Мощность, кВт	1,1; 2,2 5,5;11 ^x ; 15;22 ^x 30 ^x ;	1,5;2,2;; 4; 7,5 ^x ; 11 ^x ;15; 22 ^x ;30 ^x	5,5;7,5; 18,5	5,5;15	200	0,75; 160; 250; 315	0,55;1,1; 1,5;2,2; 5,5;7,5; 15;18,5; 160	0,25;0,55; 0,75;1,1; 1,5;4; 5,5;15
Примечание: знак «x» относится к ЭД серий АИР и 4А, знак «)» – к серии 4А, отсутствие знака – к АИР.								

Разработано, изготовлено и испытано базовое устройство контроля нагрева обмоток, представляющее собой портативный прибор, основание которого вворачивается в гнездо рым-болта. Он может работать на световой и (или) звуковой сигнал, а также отключать ЭД при его чрезмерном нагреве [2].

Вторым по значимости элементом ЭД является подшипниковый узел, на состояние которого решающее влияние оказывают скорости износа подшипника и его посадочного гнезда.

Исследованиями установлено, что полный ресурс подшипников или их посадочных мест равен натуральному логарифму отношения конечной, соответствующей предельному зазору, и начальной скоростей изнашивания рабочих поверхностей, умноженному на разность между величинами нормируемых предельного и номинального зазоров; полученное произведение делится на разность упомянутых скоростей.

На основании анализа результатов хозяйственных и стендовых испытаний более сотни ЭД рассчитаны таблицы полных ресурсов, максимально допустимых зазоров и ожидаемой длительности безаварийной работы до их достижения подшипников разных типов и их посадочных гнезд [3]. Учтены особенности ЭД разной высоты вращения, влияния муфт и клиноременной передачи.

В процессе эксплуатации целесообразно ориентироваться не на предельные зазоры, а на максимально допустимые δ_d с тем, чтобы иметь определенный запас времени для подготовки к ожидаемому выходу из строя ПУ. Отказы ПУ ЭД подчиняются математическому закону распределения Вейбулла-Гнеденко. Для условий животноводства, кормопроизводства и переработки сельскохозяйственной продукции выявлены испытания на производственных объектах, ремонтных предприятиях и в лаборатории на

специальном стенде численные значения этого распределения и скоростей изнашивания трущихся поверхностей.

Вероятность безотказной работы ПУ $P(t)$ определяется по закону Вейбулла-Гнеденко со следующими характеристиками: параметр сдвига (равен максимальной длительности безаварийной работы ПУ) $C=19,2$ тыс. час, параметр формы кривой $b=1,9$, параметр масштаба $a=13,8$ тыс.час. Длительность времени T_k , соответствующая заданной вероятности безотказной работы ПУ, рассчитывается по формуле

$$T_k = \text{antilg}\{b^{-1} \lg [-\ln P(t)] + \lg a\} + C. \quad (3)$$

Ожидаемое значение радиального зазора подшипников $\delta(t_n)$ в конце какого-то промежутка времени t_n с начала эксплуатации приблизительно может быть оценено по формуле

$$\delta(t_n) = \delta_n + \beta t, \text{ мм}, \quad (4)$$

где коэффициент $\beta=1,3 \times 10^{-6}$ мм/час для подшипников ЭД серий 4А и АИР при клиноременной передаче, $\beta=1,1 \times 10^{-6}$ мм/час – при соединении муфтой; t_n подставляется в часах.

Соответствующий δ_d ресурс подшипников R_d может быть определен по формуле

$$R_d = \alpha (\delta_d - \delta_n), \quad (5)$$

где δ_d и δ_n – максимально допустимый и номинальный радиальный зазоры в подшипниках, мм (табл. 2), а коэффициент α (час/мм) равен для подшипников 746379 (клиноременная передача) и 833333 (муфта).

Остаточный ресурс рассчитывается по формуле (2).

Таблица 2 – Значения радиальных зазоров в подшипниках электродвигателей, мм

Высота оси вращения, мм	Номинальный δ_n		Максимальный δ_d	
	4А	АИР	4А	АИР
56	0,005	0,005	0,03	0,03
63	0,012	0,012	0,04/0,03	0,04/0,03
71	0,008	0,015	0,07/0,03	0,08/0,06
80	0,008	0,013	0,07/0,03	0,09/0,06
90	0,008	0,028	0,07/0,03	0,1/0,08
100	0,012	0,028	0,07/0,04	0,09/0,07
112	0,012	0,023	0,09/0,04	0,1/0,08
132	0,014	0,026	0,09/0,07	0,09/0,07
160	0,023	0,036	0,1/0,08	0,13/0,11
180	0,021	0,036	0,1/0,08	0,13/0,11
200	0,028	0,028	0,1/0,08	0,1/0,08
225	0,016	0,016	0,12/0,1	0,12/0,1
250	0,017	0,017	0,12/0,1	0,12/0,1
280	0,017	0,017	0,12/0,1	0,12/0,1

Примечание: числитель для частоты вращения 3000 мин⁻¹, знаменатель – 1000 и 1500 мин⁻¹.

Вышедшие из строя ЭД часто направляются в капитальный ремонт (КР). Его целесообразность обусловлена, во-первых, реальными сроками службы новых T_0 и отремонтированных T_k ЭД, во-вторых, характером и степенью повреждения, необходимостью замены тех или иных узлов и деталей, в-третьих, стоимостями с учетом НДС C_0 конкретных новых ЭД и их капитального ремонта C_k . Также нужно учитывать транспортные расходы C_t и затраты на запасные части C_3 . Указанный ремонт может оказаться рентабельным при условии

$$C_k + C_{t1} + C_3 < C_0 + C_{t2} \quad \text{руб.} , \quad (6)$$

где C_{t2} и C_{t1} – транспортные расходы соответственно при покупке нового ЭД и капитальном ремонте.

На отечественных ремонтных предприятиях (ремонтных заводах, ремонтных цехах заводов-изготовителей ЭД, кооперативных и частных ремонтных мастерских, участках баз и станций по ремонту сельскохозяйственной техники) принят определенный, так называемый базовый, набор операций стоимостью $C_{кб}$.

Он обусловлен необходимостью устранения наиболее распространенных неисправностей ЭД и включает разборку, очистку и промывку узлов и деталей, дефектовку, извлечение сгоревшей статорной обмотки, намотку и монтаж новой обмотки, пропитку лаком, сушку и послеремонтные испытания.

Прейскуранты ремонтников, как правило, ориентированы на этот перечень. Если в результате диагностики и дефектовки выявляется потребность в той или иной дополнительной операции, то ремонтники повышают $C_{кб}$, вводя частный коэффициент удорожания $K_{чу}$ по каждой из них, представляющий собой соотношение стоимостей реального $C_{кр}$ и базового $C_{кб}$ вариантов, т.е. $K_{чу} = C_{кр} / C_{кб}$. В качестве дополнительных приняты обозначенные нами индексами следующие наиболее распространенные работы со средними по стране значениями $K_{чу}$: «Р» – покраска. «Т» -стройка в лобовую часть статорной обмотки термодатчиков, «J» - установка на вал шкива и др. ($K_{чу1,2,3} = 1,05$); «В» – динамическая балансировка ротора ($K_{чу4} = 1,17$); «S» - замена подшипников, «U» – снятие с вала шкива, полумуфты, шестерни или звездочки ($K_{чу5,6} = 1,1$); «D» – восстановление посадочных мест под подшипники или «F» – снятие и последующая установка шкива, полумуфты и др. ($K_{чу7,8} = 1,2$); «R» - ремонт подшипниковых узлов с распрессовкой статора ($K_{чу9} = 1,3$); «G» - ремонт железа статора ($K_{чу10} = 1,94$); «L»-модернизация ЭД (изменение мощности, частоты вращения и др.) ($K_{чу11} = 1,34$). В случае проведения той или иной дополнительной операции без базового ремонта ее стоимость составляет долю от $C_{кб}$, а коэффициент – дробную часть от $K_{чу}$. Например, замена подшипников обходится в $0,1C_{кб}$ руб. На ряде предприятий некоторые из дополнительных операций (покраска, замена подшипников и др.) входят в базовый набор работ с соответствующим увеличением $C_{кб}$. Если из направляемых в КР ЭД заказчик заранее самостоятельно извлек сгоревшую обмотку, то $K_{чу12} = 1,2$. Вводятся также $K_{чу}$, учитывающие исполнение по способу монтажа, срочность ремонта, КР многоскоростных, 5А, РА, с

повышенным скольжением или пусковым моментом, с фазным ротором, фланцевых, импортных, однофазных, устаревших серий и типов, двумя рабочими концами вала и некоторые другие особенности ЭД [4]. Дело в том, что базовые прейскуранты на ремонт составлены для трехфазных короткозамкнутых односкоростных ЭД общепромышленного назначения с одним выступающим цилиндрическим рабочим концом вала, монтажного исполнения IM1081 (на лапах). Когда требуется несколько дополнительных операций, то эквивалентный $K_{уэ}$ по правилам ремонтников принимается равным произведению частных $K_{чу}$. Это позволяет им получать за свою работу завышенную сумму. Фактический $K_{уэф}$ должен определяться по формуле

$$K_{уэф} = 1 + \sum (K_{чу} - 1) . \quad (7)$$

Лишь при наличии только одной любой дополнительной операции $C_{кр}$ по методике ремонтных организаций совпадает с фактической стоимостью ремонта $C_{кф}$. Во всех других вариантах всегда $K_{уэ} > K_{уэф}$ и $C_{кр} > C_{кф}$.

Авторами также проанализированы розничные цены C_0 ЭД двадцати главных поставщиков (заводов-изготовителей России, Украины, Беларуси и отечественных фирм-посредников). Их базовые ценники составлены для наиболее распространенных в России ЭД общепромышленного исполнения. Цены на другие ЭД с различными особенностями корректируются введением своих коэффициентов удорожания.

Сопоставление C_0 с $C_{кб}$, полученным по семнадцати главным ремонтным предприятиям России (выборка из 342 значений), привело к следующему результату по $\square = C_{кб}/C_0$: средневзвешенное $\square_{ср} = 0,71$; среднеквадратичное отклонение $\square = 0,2$; 95%-ный доверительный интервал для средней 0,69...0,73. Таким образом, максимальное $K_{уэ}$ не должно превышать $1/\square = 1/0,69 = 1,45$. В противном случае КР может оказаться выгодным заказчику только значительно меньших транспортных расходов и отсутствии C_3 . Значения $K_{уэ}$, $K_{уэф}$, их соотношения, и, соответственно $C_{кр}$, $C_{кф}$ и $C_{кр}/C_{кф}$ тесно увязаны с совокупностью дополнительных к базовому перечню операций (таблица 3).

Таблица 3 – Группировка рентабельных вариантов капитального ремонта электродвигателей

№ группы	Сочетания дополнительных операций
I	P,T,S,U,J,PT,PI,TJ
II	B,D,F,PB,PD,PS,PU,PF,BT,TS,TU,TF,SU,SJ,PTS,PTU,PTJ,PSJ,BJ,TS
III	R,L,PR,BS,BU,TR,BTS,BTU,PBTJ,PDTJ,PTSU,SF,JR,PBS,PBU,PBJ PDT,BTS,PTSJ,PDJ,TSU,FU,BSJ,PBT,PTF,PSU
IV	PL,BD,BF,TL,SL,UR,UL,JL,BDT,BDJ,BJF,PBTS,PBTU,PBD,PBF, PDS,PDU,TSF,TJR,PBSJ,PTR,PTL,PSF,PJR,PJL,TJR,PDTS,PDTU, BTF,PDSJ,PSJF,BTS,PTSF
V	BR,BL,FR,PDF,PSL,PUR,PUL,BDS,BDU,BTF,BUF,TSL,TUL,SLJ, PBDT,PBDF,PBDJ,PBSU,PBJF,PDTF,PDSU,PTUR,PTJL,BDTJ,BTSU, BTJF,BSF,TUR,PTJR,PBTSU,PBTSJ,PDTSJ,PDTSU

В каждой группе объединены комбинации, в которых погрешности K_{y3} и $K_{yэф}$ того или иного сочетания отличается от их значений по всей группе не более плюс-минус 5%. Эти комбинации без учета C_T и C_3 соответствуют $1/\square$ не более 1,45. Данное соотношение должно выдерживаться и для расчетов по формуле (6). В противном случае КР однозначно экономически не выгоден.

Важную роль в определении целесообразности КР играют сроки службы ЭД до первого отказа T_0 и капитально отремонтированного T_p . Согласно нормативным документам, $T_0=8$ лет, $T_p=7$ лет, $T_p/T_0=0,88$. Как показывает многолетний опыт эксплуатации ЭД и сельском хозяйстве, фактические $T_{0ф}$ и $T_{рф}$ с вероятностью 95% не превышают соответственно 4 и 2,1 лет, т.е. в реальности при КР ресурс восстанавливается не более 52% от первоначального. В этих условиях возникает необходимость в повторных КР, что нецелесообразно: $C_{кф} > C_o$, лучше приобрести новый ЭД. Тем более, что при КР никогда не достигаются первоначальные параметры. Гарантийные сроки службы новых ЭД – 2 года, капитально отремонтированных на разных ремонтных предприятиях – 0,5 и 1 год, что в 2...4 раза меньше. В каждом конкретном случае отказа ЭД товаропроизводителям необходимо все проанализировать и выбрать наилучшее решение.

На основании анализа эксплуатационной надежности электродвигателей и результатов исследований и испытаний электродвигателей в сельском хозяйстве различных зон страны, установлено соотношение видов неисправностей и их причин с учетом особенностей их использования на различных объектах.

Получены зависимости изменения во времени сопротивления изоляции обмоток и радиальных зазоров подшипников электродвигателей при различных сочетаниях характерных эксплуатационных факторов сельскохозяйственного производства. Предложена номограмма для оперативной оценки и прогнозирования полного и остаточного ресурсов, а также текущих значений сопротивления изоляции. Выявлено соотношение температур нагрева лобовых частей статорной обмотки и стали сердечника статора в гнезде рым-болта, позволяющее использовать специальные температурные устройства защиты.

Проведен сравнительный анализ стоимости поставляемых в России новых электродвигателей разных серий и типов с ценами на их капитальный ремонт, систематизированы технологические операции ремонта, установлены критерии и определены рентабельные варианты такого ремонта. Внедрение выполненных разработок позволит повысить надежность сельскохозяйственных электроприводов, увеличить срок службы и использование ресурса электродвигателей.

Список литературы

1. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А. Методические рекомендации по прогнозированию и контролю технического состояния электродвигателей в сельскохозяйственном производстве. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2011.

2. Патент № 90942 РФ. Устройство эксплуатационного контроля нагрева и защиты электродвигателей /Некрасов А.И., Борисов Ю.С., Некрасов А.А., Сырых Н.Н. – Оpubл. в БИ № 2, 2010.

3. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А. Анализ ресурсов подшипниковых узлов электродвигателей, применяемых в сельскохозяйственном производстве./ Вестник ГНУ ВИЭСХ. Энергетика и электротехнологии в сельском хозяйстве. Вып.1(4). –М., 2009.

4. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А., Ефимов А.В. Варианты капитального ремонта электродвигателей /Вестник ГНУ ВИЭСХ. – Вып. 1(10). – М., 2013.

УДК 631.452; 631.474

Осадчий¹ Г. Б., Россия

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СНИЖЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ И УСТАНОВОК ЭНЕРГЕТИКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

В статье рассмотрены различные методики расчета и показатели эффективности производства и использования энергии, в том числе при использовании экологически более чистых технологий её генерирования. Приведена оценка систем и установок энергетики возобновляемых источников энергии по сравнению с традиционной энергетикой по приведенным затратам, сроку окупаемости и об эффективности использования ВИЭ, вырабатывания «зеленой» энергии, без снижения плодородия почвы

Ключевые слова: энергия, солнечная энергия, экономическая эффективность, гумус

Osadchy G.B., Russia

PREVENTING A DECREASE SOIL FERTILITY THROUGH THE USE OF SYSTEMS AND PLANTS ENERGY RENEWABLE ENERGY

The article discusses the various different methods of calculation and performance of energy production and use, including the use of cleaner technologies of its generation. Results evaluation systems and renewable energy plants energy compared to traditional energy at reduced costs, payback period, and the effectiveness of the use of renewable energy, generating "green" energy, without reducing soil fertility

Keywords: energy, solar energy, economic efficiency, humus

Существует и предлагается много различных методик расчета и показателей эффективности производства энергии, в том числе при использовании экологически более чистых технологий её генерирования.

Однако все эти методики и показатели обходят стороной (не учитывают) воздействие технологических переделов на основу основ физиологического существования человека — *поверхностный слой почвы*.

Оценка систем и установок энергетики возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в сравнении с традиционной энергетикой по приведенным затратам, сроку окупаемости — это не тот единственный критический показатель, по которому можно судить об эффективности использования ВИЭ, поскольку кроме всего прочего её системами и установками вырабатывается «зеленая» энергия, не приводящая к снижению плодородия почвы. В этом показателе также заложена неопределенность — изменение цены «энергоемкости» при низком коэффициенте использования установленной мощности, изменении КПД в течение срока службы проекта (системы, установки) и т.д. Кроме того в нем (показателе) как и в остальных, не находят свое отражение дополнительные социально-экологические преимущества получаемые при использовании систем и установок энергетики ВИЭ. А ведь известно, что российские и зарубежные оценки прямых социально-экономических затрат, связанных, с вредным воздействием электростанций,

вырабатывающих электроэнергию за счет сжигания органического топлива: включая болезни и снижение продолжительности жизни людей; оплату медицинского обслуживания, потери производства, снижения плодородия почв, а значит и урожая в обозримом будущем, восстановления лесов и ремонт зданий в результате загрязнения воздуха, воды и почвы дают величину, добавляющую около 75% мировых цен на топливо и энергию. По источнику [1] эти затраты для угольных ТЭС выше.

Кроме того, сравнительную экономическую оценку (энергоемкость), например, теплоснабжения от сжигания дров и солнечной энергии, очень трудно привести к одному знаменателю. Ведь экономические потери от вырубки леса выражаются в уменьшении продуцирования кислорода, поглощения вредных газов, насыщения воздуха фитонцидами и т.д. Лес дает 40% кислорода земной атмосферы, а океан 60 %. Охранно-защитные и рекреационные функции лесов, само собой, разумеется, являются не перевозимыми.

В свою очередь конкурентоспособность – экономическая эффективность систем энергетики ВИЭ напрямую зависит от показателя децентрализации потребителя энергии – чем удаленнее потребитель от основных магистралей, и чем меньше энергопотребление, тем более выгодно освоение систем работающих от ВИЭ. В этой связи может быть использовано много методик и показателей оценки эффективности использования ВИЭ в сферах сельскохозяйственного производства, быта, отдыха и т.д. не обращаясь к критерию конкурентоспособность.

Опираясь на эти положения, рассмотрим работу отдельно взятой системы или установки энергетики ВИЭ.

Экономическая эффективность подобных систем и установок, обычно складывается из социального, экономического и экологического эффектов, или из социально-эколого-экономической эффективности.

С учетом приведенных критериев рассмотрим дополнительную эколого-социально-экономическую эффективность системы энергетики ВИЭ связанную с сохранением плодородия почв, по сравнению с традиционным энергоснабжением от топливной энергетики и самозаготовок на селе местных видов топлива.

При определении для зональной экосистемы эколого-социально-экономической эффективности любой из технологий энергетики ВИЭ, нельзя пренебрегать, дополнительными показателями приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура предотвращенного снижения плодородия почвы за счет использования отдельно взятой системы и установки энергии ВИЭ

Рисунок 1 содержит основные составляющие предотвращения снижения плодородия почвы почти каждой, отдельно рассматриваемой технологии энергии ВИЭ, без учета распространения на зональную экосистему многогранных социальных и вторичных (сопутствующих) экономических эффектов (результатов).

Как видим народнохозяйственный эффект использования любой технологии энергии ВИЭ, может состоять не только в производстве электроэнергии, холода и теплоты, но и в сохранении при этом плодородия почвы (в том числе за счет использования зимой биометана). Это — принципиальное преимущество энергии ВИЭ, и его необходимо учитывать при определении эффективности использования её технологий по сравнению с установками, использующими органическое топливо.

Ведь при сохранении плодородия почв не возникает (не растет) в этой сфере, если можно так выразиться, гумусный «предпродовольственный долг поколения», который не так уж и мал, если учитывать современные темпы опустынивания.

Поэтому основной полезный результат от использования энергии ВИЭ в этом ракурсе может быть представлен в виде суммы слагаемых

$$V = V_1^x + V_2^x,$$

где V_1^x – полученная «зеленая» энергия;

V_2^x – предотвращенный ущерб от деградации почвы (сохраненный гумус) при получении «зеленой» энергии.

Методологию оценки эффективности энергоснабжения в части V_1^x можно свести к сравнению с соразмерными установками, вырабатывающими для него, электроэнергию и ЛЭП и т.п.

Это равенство, с соответствующей корректировкой, применимо ко всем технологиям использования ВИЭ. Оно позволяет учесть принципиальную особенность ВИЭ – возобновляемость. Обычно при сравнении энергоустановок, использующих ВИЭ и органическое топливо, учитывается тождество сопоставимых вариантов в части V_1^x . Например, считается, что гелиоустановка эффективна, если затраты на неё не превышают затраты на топливо, которое израсходует установка такой же мощности на органическом топливе. А такое преимущество при использовании, например, энергии Солнца, как сохранение гумуса, остается вне поля зрения.

Экономия ресурсов Земли становится все более важной задачей, и учет многогранных последствий от их сохранения, несомненно, будет давать более объективную оценку эффективности использования ВИЭ и энергосбережения.

Народнохозяйственный эффект от сохранения гумуса в земле при использовании ВИЭ можно оценивать как

$$\mathcal{E} = k_{\text{пот}} \times V_{\text{т}} \times \text{ц, руб.}$$

где $V_{\text{т}}$ – количество гумуса сэкономленного в экосистеме, которое раньше расходовалось на выращивание растительной продукции, используемой в качестве топлива при самозаготовке, в год;

$k_{\text{пот}}$ – коэффициент, учитывающий прирост первичного гумуса при нахождении «пашни под парами» ($k_{\text{пот}} \gg 1$);

ц – удельная оценка (цена) сохранения гумуса в почве.

При определении эффективности системы энергетики ВИЭ требуется также учет и анализ расхода не только денежных ресурсов (капитальных вложений, текущих затрат), но также сырьевых – экономия удобрений, чистой воды на полив, а значит сопутствующих им топливных, транспортных, материальных и трудовых ресурсов в натуральном выражении, изменения которых для сравниваемых вариантов надо определять последовательно.

Солнечная энергия является экологически чистым видом топливно-энергетического ресурса, что необходимо учитывать в виде экологического эффекта. Воздействие выбросов (CO_2) при сжигании биометана на окружающую среду условно принимаем нулевым, поскольку в природных условиях из органической биомассы (отходов), которая обеспечила получение биометана в биореакторе, в атмосферу за счет естественного брожения выделился бы биометан. А вот преобразование органических отходов в биометан и удобрения необходимо учитывать в виде экологического эффекта, уменьшающего загрязнение почвы и окружающей среды далеко не безвредными концентрированными отходами животноводства.

Использование биометана не требует очистных сооружений для биогазовых установок энергетики ВИЭ (очистка биогаза от вредных газов осуществляется в технологическом цикле биогазовой установки).

Поэтому экологический эффект $\Delta_{\text{эк}}$ (руб.) может быть учтен как предотвращенный ущерб благодаря отсутствию вредных сбросов в почву и выбросов в результате использования солнечной энергии системой (дезинфекция отходов животноводства при получении биометана условно не учитывается).

$$\Delta_{\text{эк}} = \sum_1^t [N_{\text{выб}}^{\text{атм}} \times (\pm y^{\text{атм}}) + N_{\text{выб}}^{\text{почв}} \times (\pm y^{\text{почв}}) + N_{\text{выб}}^{\text{вод}} \times (\pm y^{\text{вод}})] \times B$$

где $N_{\text{выб}}^{\text{атм}}$, $N_{\text{выб}}^{\text{почв}}$ и $N_{\text{выб}}^{\text{вод}}$ – количество вредных выбросов различных видов t в атмосферу, почву и воду соответственно, при сжигании 1 т топлива;

$y^{\text{атм.}}$, $y^{\text{почв.}}$ и $y^{\text{вод.}}$ – удельный ущерб от этих выбросов в атмосфере, почве и воде (минус это когда выбросы положительно влияют, например, на почву — для известкования кислых почв и удобрения используется зола, которая имеет полезные микроэлементы и соединения калия).

Удельный ущерб ($y^{\text{атм.}}$) при одинаковых выбросах в атмосферу для каждой экосистемы свой, он зависит от предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ $\chi_q^{\text{атм.}r}$, которые зависят от двух факторов:

$$\chi_q^{\text{атм.}r} = f(G_q^{\text{атм.}r}, T_q^{\text{атм.}r}),$$

где $\chi_q^{\text{атм.}r}$ – предельно допустимый выброс в q -вещества в атмосферу r -пункта;

$G_q^{\text{атм.}r}$ – предельно допустимая концентрация q -вещества в атмосфере r -пункта;

$T_q^{\text{атм.}r}$ – метеорологический коэффициент разбавления q -вещества в воздухе r -пункта (если котельная расположена на берегу моря, то днем, когда дуют морские бризы (ветер с моря на сушу) будет «закрываться» выбросами одна и та же часть суши, что резко уменьшает фотосинтез. На удалении от берега ветер часто меняет направление, из-за этого удельный ущерб за счет разбавления будет другим);

Считается, что оба фактора в большинстве случаев количественно известны. Задача стоит в определении достаточно обоснованных величин $\chi_q^{\text{атм.}r}$. От достоверности этих показателей, зависит надежность расчетов.

Также можно определять удельные ущербы $y^{\text{почв}}$ и $y^{\text{вод}}$, при этом при одинаковых выбросах в почву и воду для каждого вида почв и водного объекта они будут свои в зависимости от коэффициентов разбавления и т.д.

Аналогично можно определять экологический эффект $\Delta_{\text{эк.с.д.}}$ как предотвращенный ущерб почве благодаря уменьшению вредных выбросов при создании и добыче и транспортировке энергоносителя.

При оценке ущерба водным объектам можно исходить из уровня содержания растворимого кислорода (РК) в воде и органических отходов.

Так же как и при загрязнении почвы и воздуха, почти нет предела разнообразию загрязнителей, которые могут сбрасываться, и сбрасываются в водную среду. Это термальные и радиоактивные загрязнители; производящие изменения в качестве окружающих вод. Они имеют различные последствия для человека и живого мира, тем самым сокращая ценности, которые могут быть прямо или, косвенно получены человеком из окружающей среды. Основные источники органических разлагаемых загрязнителей вод – это промышленность, ТЭЦ, ТЭС, сельское хозяйство, бытовое хозяйство и слив дождевых вод в городах. Если сброс органических загрязнителей в конкретном месте не слишком большой, содержание РК в реке (водоеме) сначала уменьшается до определенного уровня, а затем снова восстанавливается (при условии, что не происходит других сбросов по течению реки). А если объем сброшенных в воду органических веществ, превышает определенный уровень, процесс их разложения может привести к истощению РК.

Ущерб от многих промышленных стоков очень высок – содержание кислорода в воде резко снижается, т.к. эти стоки часто имеют биологическую потребность в кислороде намного выше, чем коммунально-бытовые стоки.

Высокие уровни РК – от 7 до 8 частей на миллион (мг/л) – необходимы для некоторых важных сортов рыбы (8 – 10 мг/л – стадия насыщения кислородом в большинстве рек и озер России в летний период). Для большинства же рыб более низкие уровни кислорода – 4-5 мг/л – вполне подходящие для жизненного цикла. Однако при уровне РК ниже 2-3 мг/л могут выживать только карп и некоторые другие не столь ценные сорта рыбы.

Кроме уменьшения РК как такового, сброс органических отходов может иметь и другие нежелательные последствия для водных источников. В ходе их разложения образуются питательные вещества для водорослей, и стимулирующие их рост. Опасность чрезмерного роста водорослей и эвтрофикации водоемов – одна из наиболее трудноразрешимых задач в управлении качеством водной среды, особенно в озерах, заливах и эстуариях.

Неразлагаемые загрязнители вод не перерабатываются речной биотой. Для большинства из этих загрязнителей единственные существенные изменения, которые могут происходить в поверхностных водах – растворение и осаждение, в подземных водах – осаждение и абсорбция. Эта группа состоит из различных неорганических химикатов, включая тяжелые металлы, частицы почвы и разные типы коллоидных веществ. Когда все эти вещества накапливаются в достаточно больших объемах, они могут оказаться ядовитыми по отношению к некоторым формам жизни, привести к помутнению вод, породить неприятные запахи, увеличивать жесткость воды и, особенно в присутствии хлоридов, вызывать коррозию металлов.

Вода, в ряде случаев становится непригодной для орошения и полива, причем, не только, для выращиваемого урожая, но её гнилость наносит ущерб почве снижая её плодородие в будущем, выводя целые поля из севооборота.

Как видно из анализа определяющих экологическую эффективность показателей, использование ВИЭ позволяет существенно уменьшить нагрузку на биосферу, понизить эргодемографический индекс территории.

Однако природа слишком сложна, чтобы можно было однозначно утверждать, что ущерб можно достоверно определять по таким простым параметрам, и вот почему. Потенциальное генетическое разнообразие особей внутри любого вида животных и растений равно 10^{50} . Приблизительно тем же числом ($10^{45} - 10^{48}$) оценивается количество всевозможных вариантов окружающей эти виды среды. Любой практически неповторимый организм может попасть во все многообразие ситуаций среды жизни, не только абиотической, но и внутри своего вида (в микропопуляциях, популяциях), а также внутри минузии, консорции, биоценоза. Даже если считать несущественной генетическую разнокачественность организмов, а пытаться управлять лишь средой жизни, то в каждый из моментов придется перебирать около 10^{50} вариантов. Для управления необходимо знать то, что есть сейчас и что будет в ближайшем и отдаленном будущем, то есть если принять на себя прогноз развития природных систем, то число вариантов безмерно возрастает.

Вот наглядный пример тому, что способность экосистем к самоочищению и самовосстановлению неоднозначна.

На Крайнем Севере самоочищение рек происходит фактически на расстоянии до 2000 км от источника загрязнения, в то время как в умеренной зоне этот процесс может завершиться всего в пределах 200 – 300 км.

И в тоже время, определенный интерес представляет использование отходов сжигания, например, угля, торфа и сланцев. Зола угольная и сланцевая широко используется для раскисления почв и производства углетуков (удобрений) стимуляторов роста растений. Зола подмосковных углей содержит 37-38% окиси алюминия, а нефелиновый концентрат кольских апатитовых месторождений – всего 29,5%. Зола торфа востребована в фармакологии.

Эффект от использования этих отходов (угля, сланцев) может быть учтен следующим образом (если на них есть покупатель)

$$\mathcal{E}_{\text{отх}} = V_{\text{уг}} \times \frac{c_3 \times C_{\text{отх}}}{C_3} \times k_{\text{зам}}, \text{ руб.}$$

где $V_{\text{уг}} = V_{\text{уг.т}} + V_{\text{уг.тр}}$ (т) – годовая экономия угля в натуральном выражении ($V_{\text{уг.т}}$ – экономия угля при получении энергии);

$V_{\text{уг.тр}}$ – экономия угля за счет отказа от транспорта высвобожденного угля ($V_{\text{уг.т}}$);

c_3 – цена заменяемого сырья, массой равной количеству отходов образовавшихся, при сжигании 1 т угля (сланца), руб./т;

$C_{\text{отх}}$ и C_3 – содержание полезного компонента соответственно в отходах и в заменяемом кондиционном сырье, %;

$k_{\text{зам}}$ – коэффициент замены.

При сооружении, например, для системы энергоснабжения котлованов под солнечный соляной пруд и котлован со льдом верхний плодоносный слой земли

(чернозём, гумус) может быть продан, а значит эффект от его реализации будет снижать стоимость системы энергетики ВИЭ. А если он будет использован для улучшения плодородия почвы собственника системы энергетики ВИЭ, то годовой эффект от этого будет выражаться в повышении урожая выращиваемых культур, компенсируя уменьшение площади участка, использованной под пруд и котлован.

При использовании солнечной энергии, энергии воды/льда и биометана отсутствуют риски, возникающие, например, при использовании угля, сжиженного газа, мазута, когда при их доставке возможно проникновение, закрепление или распространение вредных организмов (в том числе колорадских жуков, саранчи), заболеваний, переносчиков болезней или болезнетворных организмов, а также сорных растений транспортными средствами. Не нужны обязательные и дорогостоящие, при их надлежащем исполнении, ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры и процедуры.

В качестве примера важности фитосанитарного контроля можно привести следующий факт, правда, не касающийся поставок топлива.

В июле 2012 г. в Омскую область на Лузинский комбикормовый завод доставили партию шрота соевого из Приморского края железнодорожным транспортом, в которой специалистами Россельхознадзора при проведении карантинного фитосанитарного досмотра партии были обнаружены семена амброзии полыннолистной. Вес груза – 126 тонн. Данный сорняк опасен как для растений (амброзия засоряет все полевые культуры, подавляя их рост и развитие), так и для здоровья человека. В период цветения сорняк выделяет огромное количество пыльцы, которая, попадая в организм человека, вызывает аллергию. Чтобы предотвратить распространение этого сорняка по области, было принято решение отправить засоренные партии шрота соевого на промышленную переработку, в ходе которой семена карантинного сорняка будут лишены жизнеспособности.

Поэтому ветеринарно-санитарный эффект $\mathcal{E}_{в-с}$ может быть учтен как предотвращенный ущерб благодаря отсутствию завоза топлива, а с топливом вредных организмов и переносчиков болезней, сорных трав при использовании системами солнечной энергии и биометана:

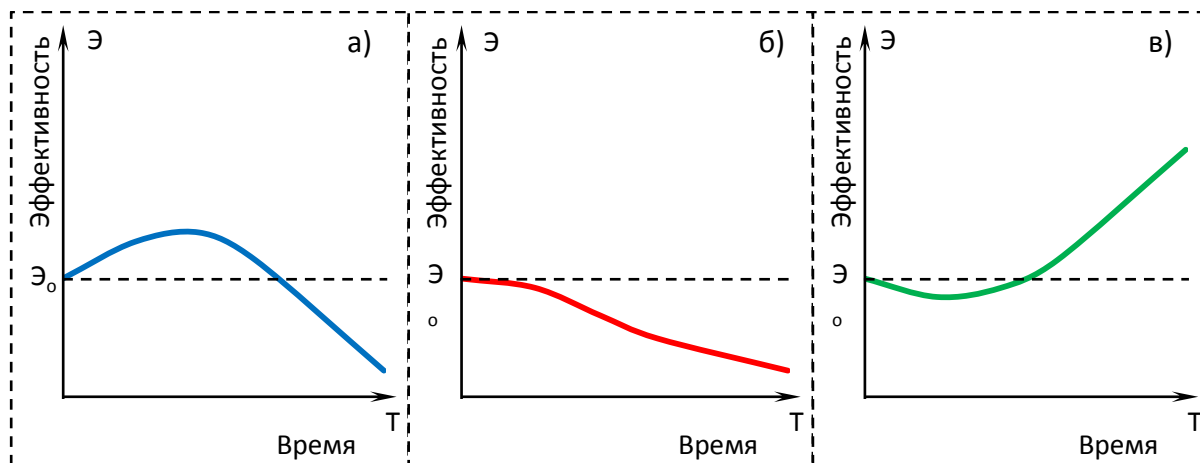
$$\mathcal{E}_{в-с} = \sum_1^{\xi} N_{в-с} \times y \times B, \text{ руб.}$$

где $N_{в-с}$ – количество вредных живых существ, сорных растений различных видов ξ , могущих проникнуть на территорию, при завозе 1 т топлива;

y – удельный ущерб от этих вредных живых существ и сорных растений различных видов ξ .

Кратко перечислим некоторые факты [2], которые подтверждают обоснованность приведенных в разноцветных рамках на рисунке 1 утверждениях, и нераскрытых далее, в виде математических зависимостей, которые (факты) также будут их (зависимости) дополнять и разъяснять.

При нынешних темпах развития цивилизации не получается резервировать слишком большие участки Природы и тратить на её охрану слишком много средств, т.к. это приводит к большим экономическим потерям для общества. На рисунке 2 изображены вероятные сценарии развития общества (территории) в зависимости от отношения к экологии.



а) – при полном отсутствии каких-либо экологических требований к производству;
 б) – при запрещении всякого загрязнения окружающей среды; в) – при наличии технологического базиса, обеспечивающего удовлетворение общественных потребностей (сознательно ограниченных обществом в пользу чистой окружающей среды) и являющегося наиболее «чистым» из возможных, в экологическом смысле

Рисунок 2 – Гипотетическое изменение эффективности общественного производства во времени по Н.Э. Смирнову

Как видно из рисунка 2 эффективное развитие общества на долгосрочную перспективу возможно только при добровольном отказе его членов от погони за одними только материальными ценностями.

Резкое ухудшение экологической обстановки в России связано с тем, что многие выбрасываемые в окружающую среду вещества, в том числе канцерогенные, в форме твердых частиц или в растворенном состоянии накапливаются в ней. В связи с этим на установленные сегодня уровни предельно-допустимых концентраций (ПДК) постоянно ориентироваться нельзя. Для поддержания качества окружающей среды на приемлемом уровне необходимо через все более суживающиеся отрезки времени изменять ПДК в сторону ужесточения, что, не практикуется.

Более 99 % всех выбросов ТЭС поступает в атмосферу из высоких дымовых труб, создавая «пятнами» наибольшие приземные концентрации на расстоянии нескольких километров от ТЭС в зависимости от скорости ветра и его направления.

В настоящее время самым мощным источником поступления естественных радионуклидов в окружающую среду являются объекты ТЭК на органическом топливе – угле, сланце, нефти. При сгорании органического топлива в атмосферу с дымовыми выбросами поступают радиоактивные элементы ^{40}K ,

^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th и продукты их распада. При зольности угля 10 % и коэффициенте очистки образующейся золы – 0,975 объекты ТЭК, согласно расчетным данным, выбрасывают в атмосферу за год, ГБк: 4,0 – ^{40}K , 1,5 – ^{238}U и ^{226}Ra , 5,0 – ^{210}Pb и радония-210, 1,5 – ^{232}Th с продуктами их распада. В действительности объекты ТЭК дают более высокое значение выбросов естественных радионуклидов в окружающую среду. Эффективная эквивалентная доза в результате выбросов угольной ТЭЦ существенно (в 5–40 раз) больше, чем АЭС равной мощности, даже если принять коэффициент очистки выбросов золы ТЭЦ равным 0,975. А очистка дымовых газов это дорогое удовольствие – капитальные затраты на сооружение блоков очистки дымовых газов при переводе ТЭС с газа на уголь составляют 186-264 тыс. \$ на 1 МВт установленной мощности.

Кроме того уголь чрезвычайно грязен, его добыча опасна и наносит вред, окружающей среде, т.к. при его сжигании выделяется больше CO_2 на единицу полученной энергии, чем от других ископаемых видов топлива. Существует значительное нарушение почвенного покрова при добыче угля. Хороший, «экспортный» уголь часто дефицитен. Так, в Омске его можно приобрести только с мая по август. А при растопке печей срядовым углем чрезмерное использование дров приводит к тому, что большая часть горючей массы (летучие вещества) угля просто возгоняется и выносится с продуктами сгорания дров, т.е. много энергии бесполезно уходит в трубу. И только при использовании высококачественного сортового угля можно сократить в 2 раза количество дров при растопке, т.к. качество угля гарантировано и постоянно. В ряде случаев необходим подогрев угольной пыли перед сжиганием. А хранение угля приводит к значительным его потерям. Явление самопроизвольного возгорания угля при хранении имеет довольно широкое распространение. Основной причиной этого является адсорбция углем кислорода и повышение его температуры за счет процессов окисления (медленного горения).

По оценкам специалистов Института проблем рынка РАН, прямой годовой экономический ущерб, вследствие, негативных антропогенных воздействий на окружающую среду в России в середине 90-х годов составлял порядка 10 % от величины ВВП.

На государственном уровне годовой экономический результат R_r от энергетики ВИЭ может проявляться в стоимости сохраненных для будущих поколений природных ресурсов $\Delta D_{\text{пр.р}}$ (нефти, угля, газа), в возможном увеличении прибыли от продажи экспортно-ориентированных видов природных ресурсов $\Delta P_{\text{эксп}}$, а также в выручке от продажи квот на выброс парниковых газов (CO , CO_2) в соответствии с Киотским протоколом ($\text{ОП}_{\text{кв}}$):

$$R_r = \Delta D_{\text{пр.р}} + \Delta P_{\text{эксп}} + \text{ОП}_{\text{кв}},$$

где $\Delta D_{\text{пр.р}} = C_{\text{пр.р}} Q_{\text{пр.р}}$; $\Delta P_{\text{эксп}} = C_{\text{эксп.пр.р}} Q_{\text{эксп}} - Z_{\text{эксп}}$; $\text{ОП}_{\text{кв}} = KB \times m$;
 $C_{\text{пр.р}}$ – цена единицы природных ресурсов;
 $Q_{\text{пр.р}}$ – количество сберегаемых природных ресурсов;

$C_{\text{эксп.пр.р}}$ – рыночная цена экспортируемого природного ресурса;

$Q_{\text{эксп}}$ – объем (масса) экспортируемого ресурса;

$Z_{\text{эксп}}$ – затраты, связанные с экспортом;

KB – цена на выброс единицы парникового газа;

m – масса выброса загрязняющих веществ, передаваемых по Киотскому протоколу другим странам.

Кроме этого в этот годовой экономический эффект должны включаться выгоды, связанные с пропорциональным уменьшением образования отходов.

Сейчас часть мирового сообщества обеспокоенная выбросами CO_2 усиленно пропагандирует использование биомассы. Мотивация – при сжигании биомассы действительно выделяется CO_2 , но он ранее был поглощен растениями из атмосферы. Поэтому биомасса считается нейтральной с точки зрения выбросов CO_2 при условии возобновления зеленых насаждений в достаточном объеме.

Однако, не все так просто и здесь. Использование биомассы в качестве энергоресурса биологи считают следствием невежества, ибо изъятие биомассы из общей цепи взаимосвязанных биопроцессов на Земле нарушает равновесие биосистемы (продуктивности зональных экосистем), что может повлечь за собой непредсказуемые негативные последствия. Например, если в лесу старое дерево падает и гниет, то на его месте вырастает новое такое же дерево. Но если упавшее дерево убирают из леса, то вследствие истощения почвы второе дерево будет хуже первого, третье второго и так далее.

Нетронутая тайга сохраняется тысячелетиями, а систематическая рубка деревьев превращает могучие леса в чахлое редколесье (лесостепи), лесостепи в степи и так далее. То же самое происходит и при культурном земледелии: Ежегодное удаление с полей не только урожая, но и соломы снижает плодородие почвы, её природно-ресурсный потенциал. Его приходится восстанавливать внесением искусственных удобрений, затраты энергии на производство которых превосходят количество энергии, получаемой от использования соломы в энергоустановках.

Кроме этого для исключения распространения пыли от промышленных предприятий, ТЭЦ, ТЭС и т.д. **необходимо** восстанавливать леса, а не пропагандировать использование древесины в качестве возобновляемого органического топлива, и вот почему.

Листовая поверхность в 1 м^2 задерживает 1,5-3,0 г пыли. Корневая система растений закрепляет почву и тем самым уменьшает площадь, которая может быть источником запыления среды.

Зеленые насаждения на площади в 1 га за год очищают воздух от 50 – 70 т пыли, уменьшая её концентрацию на 30-40%.

Пыль в лесу, высота которого 23 м, распространяется следующим образом: до 100 м вглубь леса – 65%, до 400 м – 38, до 1000 м – 25, до 2000 м – 10, до 3000 м – 5%.

Зелень на улицах города может в 2-3 раза снизить запыленность атмосферы по сравнению с улицами без зелени. Распространению или

движению пыли препятствуют не только деревья и кустарники, но и газоны, которые задерживают поступательное движение пыли, перегоняемой ветром из различных мест.

Пылезадерживающие свойства различных пород деревьев и кустарников неодинаковы и зависят от морфологических особенностей листьев. Лучше всего задерживают пыль шершавые листья, а также с поверхностью, покрытой ворсинками. Гладкие, глянцевые листья осины и тополя бальзамического задерживают в 6,3, а дуба в 2,3 раза меньше пыли, чем шероховатые листья вяза. На верхушке вяза высотой 13 м пыли остается в 8 раз меньше, чем на высоте 1,5 м. Это объясняется сдуванием пыли ветром и смыванием её дождем с вершин деревьев. Ежегодно фильтруется сквозь кроны еловых древостоев 32 т, сосновых – 36 т, дубовых – 54 т, а сквозь кроны буковых древостоев – до 68 т пыли. Березняки за вегетационный период сдерживают 1-2,3 т пыли. Молодые тополевые насаждения, в которых на 1 га приходится всего 400 деревьев, способны собирать на листьях в течение того же периода около 340 кг пыли.

Для пылезащитных посадок целесообразно применять кроме лиственных также устойчивые хвойные растения ель колючую и белую, сосну черную, можжевельники – обыкновенный, вергинский. На единицу массы хвои оседает пыли примерно в 1,5 раза больше, чем на единицу массы листа. Кроме того, в зимнее время эффективность хвойных посадок намного выше, чем лиственных.

Лес отфильтровывает из воздуха даже радиоактивную пыль. Установлено, что листья и хвоя деревьев могут захватывать до 50% этой пыли, защищая посевы от радиоактивных загрязнений. Пылезащитные полосы могут задерживать содержащиеся в воздухе радиоактивные аэрозоли, снижая плотность загрязнений полей и пастбищ.

Зональные экосистемы равномерно изменяются по природным зонам РФ, и характеризуются интенсивностью биогеохимических процессов в окружающей среде. Поддержание этих процессов на типичном для природной зоны уровне является важным условием нормального функционирования природных систем, сохранения их устойчивости. Продуктивность в экологических исследованиях отражает скорость образования органического вещества в процессе усвоения живыми организмами (главным образом, зелеными растениями) лучистой энергии Солнца. При этом она выступает как результат совокупного воздействия на биоту различных факторов: солнечного излучения, газового состава атмосферы, водного режима, минерального состава почв. Трансформация этих факторов под влиянием антропогенной деятельности, меняя интенсивность природных процессов, отражается на продуктивности зональных экосистем. Причем любое неконтролируемое изменение зональной продуктивности экосистемы (природных комплексов) в конечном счете, ведет к её деградации.

Даже искусственное повышение продуктивности зональных экосистем за счет трансформации в сельскохозяйственные угодья, вызывая рассогласование эволюционно сложившихся биогеохимических процессов, приводит к нежелательным социально-экономическим последствиям. Так, расширение площади пахотных земель в лесостепной зоне Сибири послужило причиной

активизации эрозионных процессов. В настоящее время более 6 млн га пахотных угодий зоны эродировано. Наиболее угрожающие размеры эрозия приобретает в Алтайском крае, Новосибирской и Кемеровской областях. Как, видим — это экологическое бедствие вызвано; не вредными выбросами, а желанием «бесплатно» взять от природы много и сразу.

Расчеты, выполненные Ю. Одумом, свидетельствуют, что человек не должен стремиться получать более $\frac{1}{3}$ «валовой» (или половины «чистой») продукции экосистемы, если не в состоянии компенсировать те «механизмы самообслуживания», которые развились в природе. Только в этом случае можно обеспечить долговременное поддержание продуктивности в природных системах. Таким образом, ориентация планирования на показатели продуктивности зональных экосистем является необходимым условием оптимизации использования природно-ресурсного потенциала регионов. Это позволит не только предвидеть возможные изменения качества природной среды, но и принимать меры по предотвращению её деградации, основываясь на зональных особенностях воспроизводства биологических ресурсов. Это ещё раз убедительно подтверждает правоту В.И. Вернадского, в том, что именно биологические, а не физико-химические и геологические закономерности определяют темпы и масштабы трансформации вещества и энергии в природной среде.

Решением самого нижнего уровня жизнеобеспечения, как отдельного человека, так и мирового сообщества является решение проблемы голода.

Поскольку экологически чистые продукты можно получить только на землях, не отравленных золой ТЭЦ, пестицидами, излишним количеством минеральных удобрений, нитратами, то в этой связи на первое место, кроме наличия соответствующей техники, выходит вопрос о ресурсе земли и поддержании её плодородия в настоящее время и на дальнейшие периоды.

Земледельцам и науке давно известно, что одним из важнейших показателей плодородия является содержание в почве органического вещества или гумуса. Чем больше его, тем лучше водный, воздушный и тепловой режимы плодородного слоя земли, тем богаче он основными элементами питания растений, тем активнее в нем идет процесс создания живого, из «неживого».

Известно также, что почва это живой организм, комплекс микро-и макрофауны (микроорганизмов и почвенных животных) в сочетании с элементами «неживого» минерального и органического вещества, находящийся в тесном взаимообменном процессе. Почвенная микро-и макрофауна является создателем почв. В числе многих гумифакторов главная роль в этом процессе, несомненно, принадлежит дождевым червям, как массовым животным, мощным землероям и поглотителям почвы.

Вес червей составляет от 50 до 72% всей биомассы почвы; общее их количество в почве (в период до химизации ее) составляло от 500 тыс. до 20 млн особей/га, а всей биомассы их — от 250 до 10000 кг/га (это в десятки раз больше, чем наземных животных на той же площади). Ведущая роль дождевых червей в процессе почвообразования состоит в следующем. Поглощая вместе с

минеральной частью почвы огромное количество мертвых растительных остатков (пожнивных, корневые остатки, опавшие листья), микробов, грибов, водорослей, нематод и прочих органических соединений, эти черви уничтожают и переваривают их.

При этом в пищеварительном тракте червей формируются гумусные вещества. Они отличаются по химическому составу от гумуса, образующегося в почве при участии только микрофлоры. В пищеварительном канале червей развиваются процессы полимеризации низкомолекулярных продуктов распада органических веществ и формируются молекулы гуминовых кислот, которые вступают в комплексные соединения с минеральными компонентами почвы (гуматы лития, калия, натрия, кальция и т.д.), образуя стабильные агрегаты, долго сохраняющиеся в почве. Все это поступает в почву в виде копролитов (копрос – испражнения, литос – камень) – гранул, отличающихся прочностью, водоёмкостью, водостойкостью, гидрофильностью, содержащих огромное количество собственной кишечной микробной флоры, ферментов, витаминов, гармонов, антибиотиков, подавляющих развитие патогенной (болезнетворной) микрофлоры и грибов. Почва обеззараживается и приобретает тот неповторимый и приятный запах земли, который мы привыкли ощущать с детства. В копролитах червей естественных популяций содержится 11-15% гумуса на сухое вещество, а в копролитах культивируемых червей содержится гумуса вдвое больше и составляет от 25 до 35% на сухое вещество.

«Производство» гумуса происходит ежегодно в огромных количествах. Пик переработки приходится на осень, когда растения в большинстве своем погибают и падают на почву. Вся эта огромная масса мертвых растений, содержащих большое количество различных питательных веществ, достается на переработку, почвенным микроорганизмам и животным – червям, которые перерабатывают их в гумус. Из каждой тонны такого сухого материала образуется 600 кг гумусного органического удобрения, включающего в себя все необходимые минеральные элементы питания для растений, вновь появляющихся, весной. Именно здесь, в почве, свершается это удивительное таинство Природы – появление живого из неживого с помощью сообщества почвенных бактерий и животных (главным образом червей).

В природе нет других столь мощных гумусообразователей. Создать гумус другими способами пока невозможно. Гумус – это «хлеб для растений». В нем сосредоточено 95% запасов почвенного азота, 60 – фосфора, 80 – калия, содержатся все другие минеральные элементы питания растений в сбалансированном состоянии по природной технологии.

Гумус – это «консервы почвенного плодородия». Он накапливался и сохранялся в черноземах весь послеледниковый период, т.к. гуматы кальция, магния и других металлов не растворимы и не вымываются из почвы водой, но расходуются только корневой системой растений по мере необходимости. Он создает зернистую структуру почвы, предохраняет её от ветровой и водной эрозии, обеспечивает снабжение растений необходимой для фотосинтеза углекислотой, биологически активными ростовыми веществами.

Плодородие полей напрямую связано с количеством и качеством гумуса в почвах. В знаменитых черноземах Центрального и Северокавказского регионов содержалось 10-14% гумуса, а мощность слоя чернозема достигала 1м.

Исследованиями установлено, что каждый червь ежедневно пропускает, через себя столько почвы, смешанной с остатками растительных тканей, сколько весит сам. Средний вес червя равен 0,5 г. При плотности популяции червей в почве 500 тыс. на 1га (50 шт. на 1 м²) они превращают её в копролиты со скоростью 250 кг/га в сутки. В земледельческой полосе Сибири черви «работают» таким образом, 150 дней в году и обогащают за это время 15% гумуса 37,7 т почвы на гектар.

Нет таких средств, которые бы могли сравниться с работой, проделываемой на полях червями. Сравниться с земляными червями в этой их благородной деятельности, ничто и никто не может.

Из сказанного видно, что самым естественным признаком здоровья почвы, её плодородия является наличие в ней червей. Чем больше дождевых червей в почве, тем она более функционально здорова.

Продукция полей и огородов, выращенная на такой почве, является экологически чистой (безнитратной, безпестицидной), оздоравливающей организмы всех, кто ею пользуется – животных и людей.

Однако надо иметь в виду и следующее: с почвы полей, садов и огородов мы ежегодно снимаем урожай, унося вместе с ним часть питательных веществ, которые не возвращаются в почву. От недополучения этой части органики почвы истощаются и теряют плодородие. Химические удобрения не могут в полной мере восполнить эту убыль питательных элементов и совершенно не компенсируют потерю гумуса из почвы (этого «хлеба для растений»). Более того, химические удобрения в почве способствуют усилению распада (минерализации) гумуса, они же совместно с пестицидами травят (убивают) червей – основных производителей гумуса в почве. Переработка мертвых остатков растений в гумус прекратилась, а почвы истощились, перестали быть плодородными. Вот почему нередко случается так, что вывозка навоза на поля не может поднять их плодородия – перерабатывать навоз в почве уже некому.

Использование больших доз химических удобрений, пестицидов, высокоинтенсивных обработок почвы резко сократило, местами до полного исчезновения, в почве количество почвообразующих животных и подорвало процесс гумусообразования. Плодородие почв существенно снизилось. Химические удобрения – допинг для почвы. В присутствии минеральных удобрений идет усиленная, минерализация гумуса (разложение его на CO₂ и зольные элементы). Постоянное использование такого допинга в возрастающих дозах преступно, т.к. обрекает все живое на голод и вымирание. На территории бывшего СССР к 1990 г. загублено было таким образом более 150 млн га плодороднейших земель (из 230 млн га пахотных угодий). Сборы зерна на этих безгумусных полях не достигают и 10 ц/га.

Для поддержания бездефицитного баланса гумуса необходимо ежегодно вносить не менее 6-7 т навоза на 1 га. Однако имеющееся поголовье скота не могло обеспечить «производство» такого количества, и его вносили в среднем,

например, в Ульяновской области не более 4 т на 1 га пашни. Сейчас, когда поголовье скота сократилось в несколько раз, получаемый навоз не может играть решающей роли в поддержании плодородия почвы. Тем более что и то небольшое количество навоза хозяйства не в состоянии вносить. Поэтому баланс питательных элементов почвы стал отрицательным, произошло заметное снижение её плодородия.

Не зря в последнее время для регулирования баланса гумуса, и питательных веществ в качестве ресурсосберегающих систем удобрений, в почву во время уборки зерновых вносят измельченную солому. Использование измельченной соломы позволяет решать хозяйствам актуальнейшую проблему по утилизации малоценной соломы и исключить затраты на её свалаживание, перевозку, скирдование и использовать солому для поддержания плодородия почвы с уменьшением её эрозии и выгорания гумуса. При выходе соломы 2,5 т/га, при выработке одним комбайном за сезон 300 га, он одновременно измельчает 750 т соломы. Внесение такого количества в почву соломы эквивалентно внесению минеральных удобрений на сумму 82500 рублей. Для интенсивного смешивания соломы и почвы (мульчирование полей пожнивными остатками) используют дисковые бороны.

Поэтому биогазовые установки, использующие вырабатываемый биогаз (до 30%) на технологические нужды (для поддержания температуры в биореакторе), и лишаящие дождевых червей части пищи, нельзя рассматривать как экологически чистые технологии.

А вот сжигание соломы – мера вынужденная. На её уборку с поля по традиционной технологии приходится затрачивать труда и средств значительно больше, чем на уборку основной продукции – зерна.

И ценность многолетних трав не только в том, что они дают высококачественные корма – зеленую массу, сенаж, сено, но также и в том, что в почве остается половина всей органики, которую они могли синтезировать. Это примерно 7-8 т абсолютно сухого органического вещества на гектар, хорошо распределенного в верхнем слое почвы. Навоз никогда не ляжет так равномерно, как травы располагают там свои корни. Эти 7-8 т органики равноценны внесению 40 т навоза. Органическое вещество отмирает – образуется гумус, носитель плодородия почвы. Вот где источник экологически чистого земледелия и продовольственной безопасности.

Мировое сообщество к самым негативным факторам воздействия ТЭК на биосферу относит: выбросы CO₂ (ежегодно количество углекислого газа в атмосфере продолжает увеличиваться на 0,002 %), сжигание кислорода, снижение энергии фотосинтеза за счет загазованности воздуха. А также кислотные дожди, деградация лесов и земель, которые способствуют дальнейшему техногенному опустыниванию. В целом в мире глобальное сокращение лесов в 18 раз опережает их восстановление.

В связи с этим резко снизилась и продолжает снижаться первичная биопродуктивность (количество органических веществ, производимых в биосфере). Происходит глобальная деформация окружающей среды. Уменьшаются пахотные земли под выращивание продовольственных культур.

Сохранение этих тенденций представляет большую экологическую угрозу.

Использование энергетики ВИЭ, в том числе в качестве вторичного инструмента, для обеспечения бесперебойной «обработки» почвы сегодня выходит на одно из первых мест. Это связано с тем, что экономические потери при отсутствии бесперебойного энергоснабжения, например, в сельском хозяйстве, сродни потерям, которые будут наблюдаться на любом производстве непрерывного цикла, будь то металлургический цех (завод) или, например, нефтеперерабатывающая установка при отключении электроэнергии. В силу биологических особенностей сельскохозяйственного производства восполнить в таких случаях потери продукции нельзя ни за счет сверхурочной работы, ни за счет форсированных режимов. Потерю продукции можно не допустить только путем ввода дополнительных производственных мощностей при надежном энергообеспечении производства, хранения, переработки.

Несомненно, что эффективность использования технологий энергетики ВИЭ с течением времени будет возрастать. Этому будет способствовать и все большая необходимость экономии гумуса, и технический прогресс, и совершенствование организации создания и применения установок ВИЭ.

Кроме определения прямого экономического эффекта энергетики ВИЭ, существуют методики определения различных сопутствующих внедрению новшеств экономических эффектов (дополнительных показателей). Дополнительный экономический эффект можно распространить и на семьи. Ведь по расчетам П.Я. Пирхавки, в сельской семье из 4-х человек один взрослый полностью занят работой по обеспечению дома водой, топливом, приготовлением пищи и т.п. На это затрачивается до 3000 часов в год. Следовательно, применение энергетического оборудования для обработки почвы, ухода за растениями и животными, отопления помещений, приготовления пищи имеет как социальное, так и экономическое значение.

Возникает сопутствующий эффект также в добывающих и перерабатывающих сырье отраслях, в машиностроительном комплексе, что будет оказывать влияние на улучшение инвестиционной политики в стране.

Следует учитывать, также, что при применении предлагаемых новых ресурсосберегающих технологий отпадает необходимость: в геолого-разведочных работах. В производстве значительной части опытно-экспериментального производства, приборов и оборудования для проведения испытаний, станочного парка опытного производства и т.п., для создания новых материалов. Отпадает необходимость в увеличении пропускной способности транспортной инфраструктуры, т.к. при сооружении, например, солнечных соляных прудов и котлованов будут использоваться в основном природные «готовые и вечные» материалы, и не требуется транспорт топлива в прежних объемах.

Нельзя обойти стороной и такой важный дополнительный показатель комплексного (полноты) использования солнечной энергии, и её производных как фондоотдача.

Оценка методов, способствующих полному использованию солнечной энергии, и её производных (теплоты/холода различных температурных

диапазонов) может производиться на основе показателя фондоотдачи. Однако, если фондоотдача рассматривается применительно к одному изолированному технологическому переделу (производству), то, как правило, когда комплексность (полнота) использования, например, сырья (за счет попутного извлечения компонентов) возрастает, фондоотдача падает. И на основании этого комплексность использования сырья, ошибочно считается экономически не целесообразной. Подобные заключения не вызывают сомнения, если рассматривается «локальная» фондоотдача без учета экономии капитальных вложений в результате отказа от сооружения специализированных производств.

В случае комплексного (более полного) использования солнечной энергии коэффициент фондоотдачи Φ_n следует рассчитывать с учетом экономии капитальных вложений в топливную базу, транспорт топлива и в сооружение специализированных производств по формуле:

$$\Phi_n = \frac{T_k}{O_k - \sum_{i=1}^m k_1 \times Z_i},$$

где T_k – конечная продукция (теплота и холод различных температурных диапазонов, востребованные в зависимости от времени года) в денежном выражении;

O_k – основные фонды предприятия при комплексном использовании солнечной энергии;

k_1 – удельные капитальные затраты на производство единицы энергии (продукции) с учетом вложений в топливную базу, транспорт топлива и в сооружение специализированных производств при получении этой энергии из солнечной энергии;

Z_i – количество дифференцированных видов энергии получаемых из солнечной энергии ($i = 1, 2, \dots$);

m – порядковый номер дифференцированного вида энергии.

Таким образом, с учетом перечисленных выше факторов фондоотдача имеет другую «положительную» тенденцию – возрастает на каждый процент повышения комплексности использования ВИЭ.

Сооружение, например, пруда и котлована и использование аккумулированных видов энергии, фондоемкость и фондоотдача также находятся в зависимости от коэффициента комплексности полученной энергии:

$$\Delta\Phi_o = \frac{Q_{и.э}}{\Phi},$$

где $\Delta\Phi$ – фондоотдача; $Q_{и.э}$ – объем полученной энергии; Φ – основные фонды.

Как видно, полное определение эколого-социально-экономической эффективности любой системы энергетики ВИЭ должно рассматриваться с учетом приведенных зависимостей охватывая многие отрасли промышленности, сельского хозяйства, транспорта, экономики, социальной сферы и т.д.

Приведенная структура составляющих дополнительного социально-эколого-экономического эффекта отдельно взятой системы энергетики ВИЭ показывает, как взвешенно нужно подходить к анализу эффективного использования новых технических решений. А ведь часто при освоении различных по климатическим условиям и предназначению территорий выбор того или иного источника энергоснабжения поручают людям далеким не только от энергетики ВИЭ, но и от традиционной, топливной энергетики. Игнорируется выработанное годами правило, использовать знания специалистов. Ведь химик берет данные по электричеству от электрика; физиолог спрашивается о геологии у геолога – каждый из них счел бы наглостью со стороны другого, если бы тот произнес суждение не по своей отрасли науки.

И странно, истинно странно, что это разумное правило совершенно отбрасывается, когда дело касается децентрализованного энергоснабжения или обеспечение энергией угнетенных с экологической точки местностей. Как часто некоторые из числа корифеев традиционной энергетики, без сомнения крупные специалисты в своей отрасли знания, считают себя компетентными высказывать догматические суждения по актуальности и социально-эколого-экономической эффективности новых направлений энергетики ВИЭ. А также всему, что к ней относится, не будучи свидетелями ни по одному из её «феноменов» и часто совершенно не имея представления о её принципах и практике.

Список литературы

1. Копылов А.Е. Экономические аспекты выбора системы поддержки использования возобновляемых источников энергии в России /А.Е. Копылов //Энергетик. – 2008. – №1. – С. 7-10.
2. Осадчий Г.Б. Солнечная энергия, её производные и технологии их использования (Введение в энергетику ВИЭ) /Г.Б. Осадчий. – Омск: ИПК Макшеевой Е.А., 2010. – 572 с.

УДК. 631.331

Караханов¹ А., Ибрагимов¹ А.А.¹*«Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», Узбекистан***СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН***В статье приведены сведения о состоянии и перспективах сева зерновых культур в Республике Узбекистан***Ключевые слова:** *посев, зерновые культуры, борозда***Karakhanov¹ A., Ibragimov¹ A.A.**¹*«Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture», Uzbekistan***STATE AND PROSPECTS SEWA GRAIN IN THE REPUBLIC OF
UZBEKISTAN***This article provides information about the state and prospects of sowing crops in Uzbekista***Keywords:** *sowing, cereals, furrow*

В настоящее время в Республике Узбекистан применяется два способа сева зерновых культур [1, 2].

В первом способе зерновые культуры высеваются на гладкое поле. Сев осуществляется зерновыми сеялками СЗ-3,6; СЗГ-3,6; СЗН-3,6; СЗУ-3,6 и другими, завозимыми из-за рубежа. Они производят сев зерновых на полях, подготовленных по традиционной технологии, т.е. путем пахоты, боронования и малования.

Основным недостатком известных сеялок является то, что у них ограниченные функциональные возможности, а именно они неэффективны в районах, где зерновые выращивают с обязательным поливом по бороздам, т.к. при нарезке поливных борозд после сева вырезается значительная часть засеянных рядков зерноколосевых, что снижает полезную площадь посева более чем на 15%.

Для устранения этого недостатка в нашем институте разработана технология сева зерновых в поливном земледелии и агрегат для ее осуществления. При этой технологии сначала нарезается борозды с помощью гребнеделателя ГХ-4, а потом осуществляется сев зерновых культур зерновой сеялкой ДЕМ-3,6 (рисунок 1.), которая разработана нашим институтом.



Рисунок 1 – Посев зерна сеялкой ДЕМ-3,6 по предварительно нарезанным бороздам

Сеялка зерновая ДЕМ-3,6 с однодисковыми сошниками предназначена для рядового посева семян зерновых культур, состоит из рамы, зернового бункера, опорно-приводных колес, подножной доски и грядилей с сошниками.

Принцип работы сеялки заключается в следующем: засыпанные в зерновой бункер семена заполняют самотеком приёмную камеру высевальных аппаратов, при движении сеялки в рабочем положении катушки высевальных аппаратов, вращаясь, захватывают семена и выбрасывают их в семяпроводы. По семяпроводам семена поступают к сошникам и затем, скатываясь по направляющим, попадают на дно бороздок, образуемых дисками сошников в почве. Заделка семян, а также выравнивание рельефа почвы производится цепным шлейфом при севе на гладком поле.

При севе по бороздам применяют специальное цепное приспособление охватывающее профиль гребня (рисунок 2.). Кроме того, дисковые сошники должны перемещать почву от центра борозды на откос, чтобы почва опрокидывалась вверх, что даёт возможность заделывать семена путем самоосыпания.



Рисунок 2 – Заделывающий рабочий орган – секционный цеп

Дисковые сошники закреплены на кронштейны разной длины, 12 шт на короткие, а другие 12 шт. на длинные, что даёт возможность расположить диски на сеялке в шахматном порядке с расстоянием между дисками (междустрочием) равным 150 мм.

Для обеспечения необходимого заглубления сошников, особенно при расположении сошников по профилю борозды, кронштейны выполнены подпружиненными и давления на них регулируются силами натяжения пружины. Всего на сеялке установлено 24 дисковых сошника, которые обеспечивают общую ширину захвата сеялки 3,6 м.

Посев необходимо проводить сразу же после нарезки борозд с тем, чтобы семена попали во влажную почву.

По результатам испытаний установлено, что после прохода сеялки по фону, с предварительно нарезанными бороздами, они сохраняются и вполне пригодны для полива.

При севе по нарезанным бороздам обеспечивается достаточная равномерность по глубине заделки семян, т.к. грабли сошников подпружинены, что позволяет им копировать профиль нарезанных борозд и высевать семена по спрофилированной поверхности.

Второй способ – сев семян зерновых культур в междурядья растущего хлопчатника. В этом способе сев семян зерновых культур производится после уборки основной части урожая хлопчатника. Из-за отсутствия специальной техники в настоящее время сев зерновых в междурядья растущего хлопчатника осуществляется переоборудованными хлопковыми культиваторами-растениепитателями КХУ-4, а также разбрасывателями минеральных удобрений НРУ-0,5. Однако они не обеспечивают сев зерновых рядовым способом. Кроме этого не обеспечивается равномерное распределение семян в междурядьях и их заделка на требуемую глубину.

Исходя из изложенного, нами был разработан комбинированный агрегат, позволяющий выполнять обработку почвы и сев семян зерновых культур в междурядья хлопчатника рядовым способом (рисунок 3) [3].



Рисунок 3 – Общий вид комбинированного агрегата с одновременной обработкой и сева зерновых культур в междурядья хлопчатника

За один проход комбинированного посевного агрегата осуществляется обработка почвы на глубину 15-18 см, формируются посевные борозды, а также сев зерновых на откосы этих борозд.

Агрегат для посева зерновых в междурядья хлопчатника состоит из передних и задней рам, установленных на них через понизители параллелограммных механизмов с опорными колесами и грядилями. На грядилях установлены рабочие органы для рыхления почвы, нарезки посевных борозд и заделки семян. На заднюю раму установлен семенной бункер с высевальными аппаратами, привод передается опорно-приводными колесами.

Агрегат работает следующим образом: при движении по полю рабочие органы, установленные на штанги грядилей передних, разрыхляют почву и образуют посевные борозды. Семена, находящиеся на бункере, высеваются с помощью катушечных высевальных аппаратов и по семяпроводам подаются в дно бороздок, образованных дисковыми сошниками. Заделка семян происходит за счет самоосыпания почвы под углом естественного откоса.

В настоящее время посевная часть выше указанных агрегатов на основании исходных требований, а также технической документации, разработанной АО «Агрегатный завод», изготовлена в виде опытных образцов, которые проходят государственные испытания.

Новизна этих работ доказана патентами Республики Узбекистан [4, 5].

Список литературы

1. Қорахонов А., Анофричук В.П., Махаметов Т. Бошоқли дон экинларини суғориш эгатлари очилган далаларга экиш бўйича тавсиялар. – Тошкент, 2006. – 8 б.
2. Суғориладиган ва лалми ерларда кузги бошоқли дон экинларини етиштириш технологияси. – Тошкент, 2000. – 12 б.
3. Тўхтақўзиев А., Қорахонов А., Ибрагимов А. Ғўза қатор ораларига бирийўла ишлов бериш ва донни қаторлаб экиш учун комбинациялашган агрегат // Инновация-2014: Международная научно-практическая конференция. – Ташкент, – С.108-109.
4. Патент Республик Узбекистан FAP № 00177. “Сеялка зерновая” /Қорахонов А. ва б. //Расмий ахборотнома. – 2003. – № 5.
5. Патент Республик Узбекистан FAP № 00922 “Агрегат для посева зерновых в междурядья хлопчатника” / Тухтакузиев А., Караханов А., Ибрагимов А. //Расмий ахборотнома. – 2014. – № 7.

УДК 631.362.36

Семибаламут¹ А.В., Бирюков¹ Н.М., Чаканова² Ж.М.¹Костанайский филиал ТОО «КазНИИМЭСХ», г. Костанай, Казахстан²«Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции», г. Астана, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА С ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМОЙ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Аннотация

В статье приведено обоснование основных параметров пневмосепаратора, установлено влияние параметров струйного генератора на время и дальность полета компонентов зернового вороха, определены параметры вентилятора для замкнутой системы воздушного потока, обеспечивающей снижение энергозатрат до 30%

Ключевые слова: пневмосепаратор, энергозатраты, осевой вентилятор, воздушный поток

Semibalamut¹ A.V., Birukov¹ N.M., Chakanova² Z.M.¹Kostanay branch of «KazRIMEA», Kostanay²«Kazakh Research Institute of processing of agricultural products», Astana

JUSTIFICATION SIFTER PARAMETERS WITH A CLOSED AIRFLOW SYSTEM

Annotation

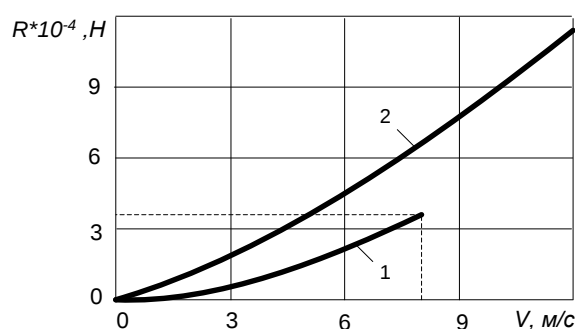
The article substantiates the main parameters of the air separator, determines the influence of the jet generator parameters on the time and range of flight of the grain heap components, determines the parameters of the fan for a closed airflow system that reduces energy consumption by up to 30%

Keywords: pneumatic separator, energy consumption, axial fan, air flow

В производстве очистка зернового вороха, поступающего с поля, проводится по поточной или фракционной технологии. При этом разделение вороха по аэродинамическим свойствам является обязательным элементом данных технологий. Воздушный поток позволяет удалить из вороха легкие примеси и засорители с меньшей скоростью витания, а также разделить зерно по плотности (удельному весу) и выделить наиболее качественный зерновой материал. Известные пневмосепараторы САД, Алмаз, ПСМ эффективно используются на различных видах очистки, но их удельные энергозатраты на 20-50% выше, чем у воздушно-решетных зерноочистительных машин аналогичной производительности. В связи с этим актуальной задачей является разработка пневмосепаратора, обеспечивающего высокое качество очистки вороха зерновых, масличных и технических культур при минимальных затратах энергии.

Во многом качество очистки и энергозатраты на процесс пневмосепарации зависят от параметров воздушного канала пневмосепаратора. Исследованиями Пивеня В.В. установлено, что применение пневмосепаратора с горизонтальным

воздушным каналом, в сравнении с вертикальным, позволяет за счет повышения действующей на компоненты аэродинамической силы увеличить отношение ее значений, при действии на тяжелый и легкий компонент, примерно в 2 раза [1]. Из графика на рисунке 1 видно, что максимальная аэродинамическая сила, действующая в вертикальном воздушном потоке на зерно пшеницы, достигается при скорости воздушного потока равной скорости витания $v_{вит}=8$ м/с и ограничивается этим значением. В пневмосепараторе с горизонтальным воздушным каналом максимальное значение аэродинамической силы не ограничивается скоростью витания, что позволяет разбивать зерновой ворох на большее число фракций.



1 - вертикальный канал; 2 - горизонтальный канал

Рисунок 1 – Зависимость аэродинамической силы от скорости воздушного потока в канале пневмосепаратора

Экспериментальные исследования, проведенные Косиловым Н.И., определяют рациональное значение высоты горизонтального воздушного канала - $H=1$ м [2]. При увеличении высоты воздушного канала более 1 м незначительно возрастает делительная способность, но существенно увеличивается мощность на привод вентилятора [2].

Значение ширины воздушного канала B определяет производительность пневмосепаратора Q :

$$Q = q \cdot B, \quad (1)$$

где q – удельная нагрузка на 1 см ширины воздушного канала, кг/см·ч;
 B – ширина воздушного канала, см.

Для пшеницы полнота выделения примесей $E_n > 60\%$ обеспечивается при значении удельной нагрузки $q=420-430$ кг/см·ч, с увеличением удельной нагрузки эффективность очистки снижается [3]. При увеличении ширины воздушного канала от 70 до 120 см значение производительности пневмосепаратора возрастает на 40%. Для обеспечения производительности пневмосепаратора на

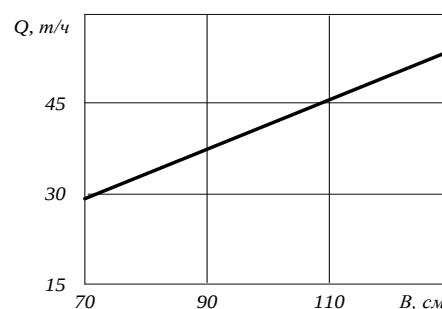


Рисунок 2 – Зависимость производительности

уровне 50 т/ч ширина воздушного канала пневмосепаратора Q должна составлять 115-120 см (рисунок 2). от ширины воздушного канала B

Для формирования направленных воздушных потоков в пневмосепараторах устанавливается струйный генератор (рисунок 3).

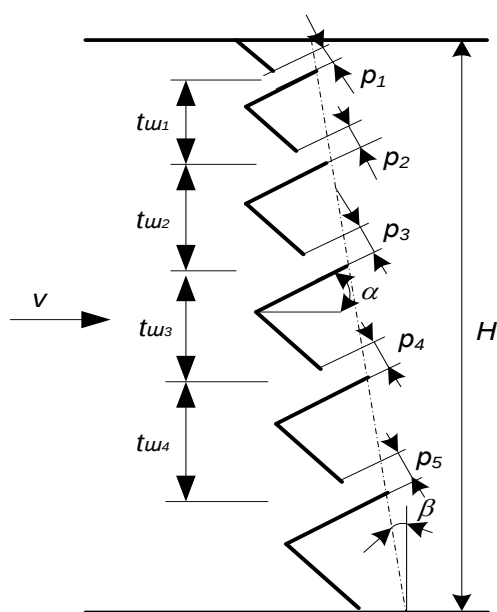


Рисунок 3 – Схема струйного генератора

К основным параметрам струйного генератора относятся: размер калибра сопла p , мм; шаг расстановки сопел t_w , мм; угол наклона направляющей стенки сопла от горизонтали α ; количество сопел n ; угол, определяющий положение направляющих сопел относительно вертикальной плоскости β .

При обосновании параметров струйного генератора принимаем количество сопел по высоте канала $n=5$ и угол, определяющий положение направляющих сопел относительно вертикальной плоскости $\beta=5-7$ град [4].

Для обоснования размеров калибров сопел струйного генератора определяем значение скорости воздушного потока выходящего из сопла:

$$W = Q_c / p \cdot L_k, \quad (2)$$

где Q_c – расход воздуха на одно сопло, м³/с;

L_k – длина сопла, мм; $L_k = B = 1150$ мм.

Исходя из высоты и ширины воздушного канала пневмосепаратора $H \times B = 1000 \times 1150$ мм, принятого количества сопел в струйном генераторе $n = 5$, длины сопел $L_k = 1150$ мм, скорости воздушного потока подаваемого на струйный генератор $v_c = 9$ м/с, рассчитываем расход воздуха по формуле:

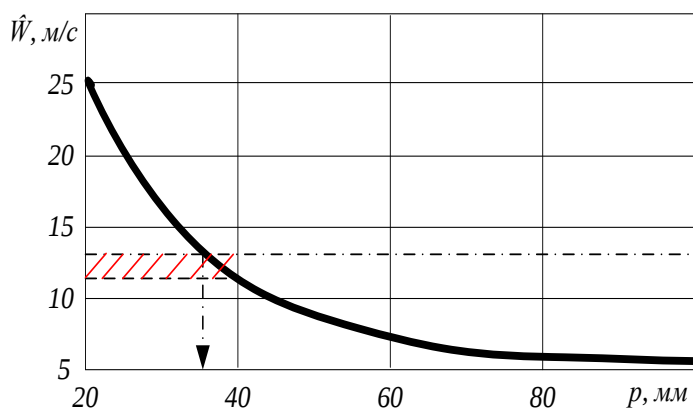
$$Q_g = v_c \cdot F_{k.сум}, \quad (3)$$

где $F_{k.сум}$ – площадь проходного сечения калибров сопел, м².

По формуле (3) находим $Q_g = 9 \cdot 0,316 = 2,84$ м³/с. Тогда расход воздуха на каждое сопло составляет $Q_c = Q_g / n = 2,9 / 5 = 0,58$ м³/с.

По формуле (2) построена зависимость $W = f(p)$ из которой видно, что размер калибра сопла p , при котором скорость воздушного потока не превышает максимальное значение скорости витания $v_{вит} = 12,5$ м/с (по пшенице) составляет 38-100 мм (рисунок 4).

С учетом принятого количества сопел в струйном генераторе $n=5$ и соотношения между средними скоростями горизонтальных сечений сверху-вниз воздушного канала, как $2 : 1,5 : 1$, принимаем следующие размеры калибров сопел верхнего и нижнего - $p_1=35-40$ мм; $p_5=75-80$ мм, шаг увеличения размера калибра сопел по высоте струйного генератора - 10 мм, шаг расстановки сопел принимаем из соотношения $t_w=4p$ [4].



При увеличении размера калибра сопла p от 20 до 40 мм затраты мощности на формирование воздушного потока снижаются в 4 раза, дальнейшее увеличение размера калибра сопла от 40 до 100 мм обеспечивает снижение затрат мощности на 83,6%.

Рисунок 4 – Зависимость скорости воздушного потока W от размера калибра сопла p

Критериями оценки при выборе параметров струйного генератора помимо скорости воздушного потока W является длина l и время полета t_n частиц разделяемых компонентов.

Время полета компонента зернового вороха в сепарационном канале [5]:

$$t = \frac{2v_0 \cdot \sin \alpha}{g} + \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad (4)$$

где v_0 – начальная скорость воздействия воздушной струи на компонент вороха, м/с;

α – угол наклона направляющей стенки сопла от горизонтали, град;

h – высота полета компонента под действием силы тяжести, м;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Дальность полета компонента вороха определяем из выражения:

$$l = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}. \quad (5)$$

Согласно выражениям (4) и (5) построены зависимости времени полета компонента вороха t и дальности полета l от размера калибра сопла p и угла наклона направляющей стенки сопла α , рисунок 5.

Из рисунка 5 видно, что с увеличением калибра сопла p от 20 до 100 мм время полета компонента вороха t снижается в 5,4 раза. При использовании сопла с размером калибра $p=20$ мм дальность полета l компонентов вороха со

скоростью витания $v_{\text{вум}}=4,5$ м/с превышает 10 м, при увеличении размера калибра сопла до $p=100$ мм данный показатель составляет 0,028 м. Увеличение размера калибра сопла на 20 мм в среднем снижает дальность полета компонента вороха в 4,5 раза и время полета в 1,3-2,0 раза.

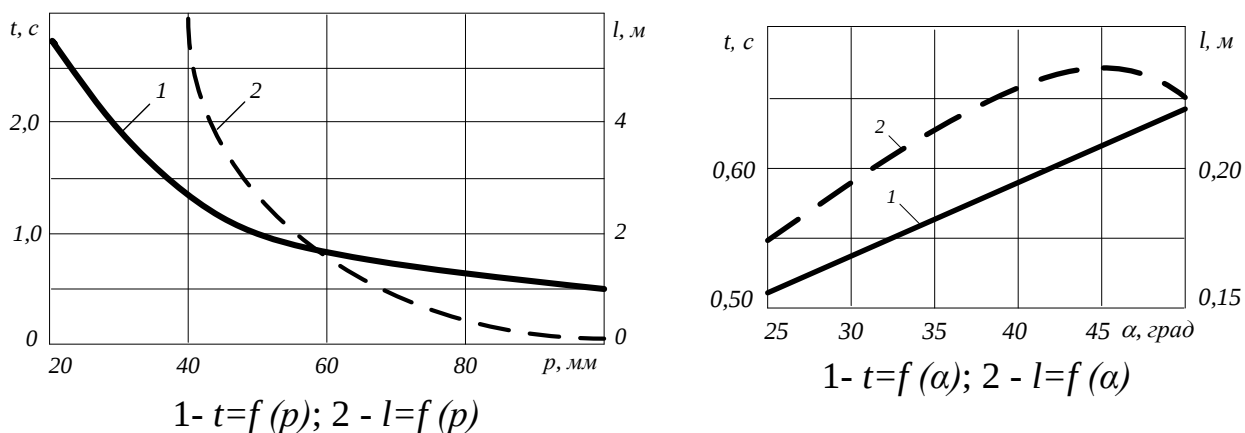


Рисунок 5 – Зависимость времени полета t и дальности полета компонента вороха l от размера калибра сопла p и угла наклона направляющей стенки сопла α

При увеличении угла наклона направляющей стенки сопла α от 25 до 45 град (при скорости витания компонента $v_{\text{вум}}=8,5$ м/с, высоте расположения сопла $h_c=0,76$ м, скорости воздушного потока $v_{cm}=10$ м/с) обеспечивается рост дальности полета компонента вороха l на 23,6%, дальнейшее увеличение угла наклона α приводит к снижению показателя дальности полета. Время полета t компонента вороха возрастает на 20,3% с увеличением угла наклона α от 25 до 50 град.

Таким образом, оптимальное значение угла наклона направляющей стенки сопла α по критерию дальности полета компонента вороха составляет 35-45 град.

При максимальном значении скорости воздушной струи $W=13$ м/с, высоте расположения сопла $h_c=0,90$ м, угле наклона направляющей стенки сопла от горизонтали $\alpha=35$ град, длина полета компонентов вороха со скоростью витания $v_{\text{вум}}=8,5-12,5$ м/с (соответствует пшенице) изменяется от 0,023 до 1,940 м, т.е. предельное значение длины воздушного канала пневмосепаратора составляет 1,94 м.

Для определения параметров вентилятора пневмосепаратора оцениваем влияние полного давления H_n и коэффициента полезного действия вентилятора η_v на затраты мощности P_e пневмосепаратора (рисунок 6).

Из зависимости на рисунке 6 видно, что с увеличением требуемого полного давления (напора вентилятора) от 500 до 2000 Па затраты мощности возрастают в 4 раза. Возможность снижения полного давления вентилятора на каждые 100 Па обеспечивает экономию энергозатрат на пневмосепарацию в среднем до 5%. При увеличении КПД вентилятора от 0,6 до 0,9 обеспечивается снижение затрат мощности на создание воздушного потока на 33,1%.

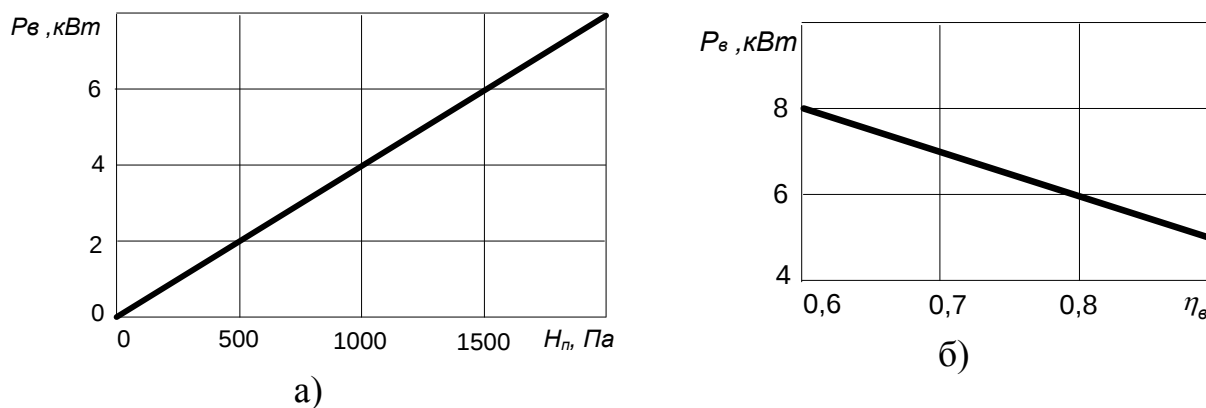


Рисунок 6 – Зависимость затрат мощности P_{ε} от полного давления H_n и КПД вентилятора η_{ε} (при $F_{c.2}=0,316 \text{ м}^2$, $v_c=10 \text{ м/с}$; $\eta_{\varepsilon}=0,8$; $H_n=1500 \text{ Па}$)

Анализ параметров вентиляторов различных типов показал, что осевые вентиляторы являются слабонапорными, но имеют наибольший полный КПД. По максимальному динамическому давлению принимаем для использования в пневмосепараторе осевой вентилятор среднего давления типа 18-3107 №5 мощность на привод, которого составляет $N_{np}=7,5 \text{ кВт}$, число оборотов вентилятора $n_{об}=3000 \text{ мин}^{-1}$, полное давление $H_n=1800 \text{ Па}$.

Применение осевого вентилятора и замкнутой системы воздушного потока в пневмосепараторе с обоснованными параметрами обеспечивает снижение затрат мощности до 30%.

Список литературы

1. Пивень В.В. Совершенствование технологического процесса очистки зерна фракционированием зернового вороха по аэродинамическим свойствам. /Пивень В.В. Дис. д-ра техн. наук. – Челябинск, 1994. – 504 с.
2. Косилов Н.И. Интенсификация сепарирования зернового вороха: дис. д-ра техн. наук /Н.И. Косилов. – Челябинск, 1988. – 411 с.
3. Инновации в очистке зерна. /Брошюра Костанайского филиала ТОО «КазНИИМЭСХ» – Костанай, 2014. – 6 с.: ил.
4. Патент RU № 2 340 411 / Высоочастотный струйный генератор для сепарации смеси в текучей среде // Косилов В.М.; опубл. 10.12.2008, бюл. № 34.
5. Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: – М.: Высш. шк., 1983. – С. 81-98.

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

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

Статья должна сопровождаться:

- **письмом**, с указанием полных ФИО, научной степени, должность, место работы, адреса, телефоны и e-mail всех авторов;
- **рецензией**, заверенной печатью (рецензент с ученой степенью не ниже ученой степени автора статьи, научная специализация рецензента должна соответствовать научному направлению публикации);
- **экспертным заключением**, выданным учреждением, в котором выполнена работа.

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

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

1. **Индекс ГРНТИ** в первой строке слева, без отступа, кегль 14.
2. **Инициалы и фамилия** автора (строчные полужирные), место работы, город, страна (кегль 14, курсив, выравнивание по центру).
3. **Название статьи** на русском, казахском и английском языках должно строго соответствовать содержанию, отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким; кегль 14, прописные полужирные, выравнивание по центру.
4. **Аннотация** на русском, казахском и английском языках оригинала статьи должна ясно излагать её полный содержание с графиком и формулой (в объеме не менее 80 слов) и быть пригодной для опубликования отдельно от

статьи; кегль 12, курсив, 10-15 строк без отступов с выравниванием по ширине, одинарный межстрочный интервал.

5. **Ключевые слова** на русском, казахском и английском языках (не менее 8 слов).

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

Структура статьи должна включать в себя разделы: введение (не менее 400 слов); методы и материалы (не менее 400 слов); Результаты и их обсуждения (не менее 1300 слов); Выводы (не менее 100 слов)

7. **Литература**, используемая в статье, указывается в порядке упоминания в ссылках в квадратных скобках и приводится в конце статьи как нумерованный библиографический список. Список использованной литературы должен быть оформлен в соответствии с межгосударственными стандартами: ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»; ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила их составления». При написании статей целесообразно применять краткое библиографическое описание состоящее из одних обязательных элементов (Ф.И.О. автора, названия книги, статьи, место издания, издательство, год издания, количество страниц). В списке использованной литературы не указываются: ГОСТы, отчеты (ГОСТы и отчеты указываются в основной части статьи).

Объем научной статьи, включая все вышеперечисленные компоненты (2-7 обязательны), должен составлять, как правило, не менее 10 полных страниц. Нумерация страниц размещается в нижнем колонтитуле по центру, кегль 12.

Электронные версии статьи и указанных сопроводительных документов (письмо, копии рецензии и экспертного заключения, информация по авторам) необходимо направлять по электронному адресу с указанием темы и подписью - Статья в журнал «Международная агроинженерия»: journal.kazsrimea@yandex.ru, kazniimesh@yandex.kz

Научно-технический журнал «Международная агроинженерия», вып.3, 2016г.

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

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

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

**Подписано к печати 25.02.16
Тираж 100 экз. Заказ № 2115
Опечатано в ИП «Шертаева»
ЮКО, г.Шымкент, ул.Аширова, 28А
Сот./e-mail: +77012537080; shertaeva@mail.ru**



**Редакция журнала «Международная агроинженерия»
050005, Республика Казахстан, г.Алматы, пр.Райымбека, 312
Казахский НИИ механизации и электрификации с/х
тел.: +7(727)247-96-00; факс: +7(727)274-96-08
e-mail: kazniimesh@yandex.kz; www.kazars.kz**