

## АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАШИН ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ И ПЕРВИЧНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Л.А. Маринич (Министерство сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь);  
Е.И. Михайловский, канд. экон. наук, доцент, В.Е. Михайловский, студент (БГАТУ)

### Аннотация

*В статье отражены проблемы сокращения потерь урожая зерна, его хранения и качественной очистки. Приведены технико-эксплуатационные показатели машин очистки зерна, имеющиеся в хозяйствах страны, дан анализ конструктивно-технологических особенностей и недостатков в их работе, показаны преимущества предложенных новых отечественных машин.*

*The article reflects the problem of reducing post-harvest losses of grain, its storage and qualitative cleaning. Technical and operational characteristics of grain cleaning machines available on the farms of the country and an analysis of structural and technological features and shortcomings in their work are given, the advantages of the proposed new domestic cars are shown.*

### Введение

Сокращение потерь зерна является одной из главных задач, которые стоят перед отечественными производителями зерна. Важнейшим резервом увеличения объемов производства зерна является борьба с его потерями. По данным ООН, около трети годового урожая зерновых культур в мире теряется вследствие осыпания на корню, поражения вредителями и засорения сорняками. Для Беларуси эта цифра составляет порядка 10% (0,7-0,9 млн. т). Примерно 5-7% выращенного в стране урожая теряется непосредственно на зернотоках вследствие несвоевременной и некачественной очистки, неправильного хранения зерна [1].

Послеуборочная обработка зерна является наиболее ресурсоемким процессом во всей технологической цепи производства зерна, на осуществление которой приходится 30-50% расхода топлива, 15-25% металла, до 10% трудозатрат и 85-90% электроэнергии от общих затрат на производство зерна [1].

Зерно, поступающее на зерноочистительно-сушильные комплексы, как правило, не соответствует кондиционным требованиям, предъявляемым к его чистоте и влажности, и требует значительной доработки. Засоренность зернового вороха солоmistыми, минеральными примесями и семенами сорняков зависит, главным образом, от культуры земледелия, времени и погодных условий проведения уборки, технического состояния и качества работы зерноуборочных комбайнов, и достигает 10% и более.

Предварительная очистка является важной технологической операцией, позволяющей снизить влажность зерна на 1-3% еще до его сушки, что обеспечивает сохранность свежееубранного вороха. Исследования показывают, что каждое снижение влажности исходного материала на 1-2% (начиная с 20%) позволяет увеличить длительность его безопасного

хранения (до сушки) в 2-3 раза, что способствует выравниванию загрузки мощностей зерноочистительно-сушильных комплексов [2].

Необходимость предварительной очистки зерна в условиях нашей страны вызвана предотвращением попадания грубых и крупных примесей (солоmistых) в сушилку. Она позволяет значительно снизить нагрузку на последующее в технологической цепи оборудование и предохранить от забивания приемно-распределительные устройства. Выделение из состава зернового вороха пылевидных и солоmistых примесей значительно снижает вероятность возникновения завалов и возгораний в сушилке, на 40-60% повышает равномерность нагрева зерна и снижает расход топлива в процессе последующей сушки до 1 кг у.т. на 1 т зерна [3].

### Основная часть

#### Машины для предварительной очистки зерна

Предварительная очистка должна обеспечить выделение из вороха грубых солоmistых, легковесных примесей и сорняков, имеющих высокую влажность (до 40% и выше). Машины предварительной очистки в условиях страны должны обеспечивать номинальную производительность при очистке пшеницы объемной массой не менее 760 г/л, влажностью до 18% и содержанием сорных примесей до 10%, в том числе солоmistых – до 1%; качество очистки вороха влажностью до 30% и выделение не менее 50% сорных примесей, доводя содержание солоmistых примесей в обработанном зерне не более 0,2%.

Степень предварительной очистки оказывает большое влияние на качество выполнения остальных операций послеуборочной обработки (первичная и вторичная очистка) зерна. Технико-эксплуатационные показатели машин предварительной очистки зерна, применяемых в стране, приведены в табл.1.

Опыт эксплуатации данных машин в хозяйствах страны позволяет выделить следующие недостатки в их работе.

Скальператор А1-Б30 имеет ситовой барабан, закрепленный консольно на приводном валу, что значительно снижает надежность его работы. Рабочая зона сепарации не превышает 600 мм, что отражается на качестве очистки зернового вороха. Машина не оснащена аспирационной колонкой для выделения легковесных солоmistых примесей. Поэтому она не может использоваться в качестве машины предварительной очистки в составе комплексов послеуборочной обработки зерна.

У машины КОМ-60 отсутствует отдельный вывод для удаления крупных примесей, что создает дополнительные трудности при ее эксплуатации. На планках каскада задерживаются крупные сорные примеси, которые по необходимости нужно извлекать через контрольные окошки после снятия крышек, так как в противном случае они попадут в выходную трубу чистого зерна или же «забыют» машину.

Сетчатый транспортер машин МПО-50, СПО-100, МПО-50С, СПО-50, расположенный в приемной камере, чувствителен к неравномерной загрузке, влажности и качеству подаваемого вороха. Попадания крупных засорителей (камни, куски палок) приводят к его разрыву.

В машине ОЗЦ-50А крупные засорители, попадая с ворохом, застревают между решетками, что приводит к разрыву сетчатого цилиндра. Влажный и засоренный ворох приводит к быстрому забиванию сетчатого барабана, что снижает эффективность ра-

боты машины.

У сепаратора СП-70М при сильно засоренном и влажном ворохе отмечается вынос основной культуры в отходы до 1,2%.

#### Машины для первичной очистки зерна

Первичная очистка определяет объемы получения товарного зерна в стране. При правильном выборе машин для первичной очистки можно получать качественное фуражное и продовольственное зерно. Они должны обеспечивать: номинальную производительность при очистке пшеницы объемной массой не менее 760 г/л, влажностью до 16% и содержанием примесей до 10%, в том числе сорных примесей – до 3%; полностью выделения примесей не менее 60% и доводить обрабатываемый материал по чистоте до норм, предъявляемых к зерну продовольственного назначения (кроме случаев засоренности материала примесями, для выделения которых требуются блоки триерные и другие специальные машины); комплектоваться набором оцинкованных сменных решет для очистки зерновых колосовых (пшеница, рожь, ячмень, овес, тритикале), кукурузы, рапса; оснащаться системой очистки отработанного воздуха и обеспечивать концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны не более 4 мг/м<sup>3</sup>.

Основными критериями отбора зерна являются масса, полнота и длина зерна (семенная очистка). Самый распространенный и эффективный способ отбора зерна по полноте осуществляется при помощи решет. Он является более тонким процессом, чем предварительная очистка, поэтому и требования к решетным машинам соответственно выше. Машины предвари-

Таблица 1. Техничко-эксплуатационные показатели машин предварительной очистки [4, 5]

Наименование производителя	Марка	Принцип работы		Исходный ворох		Технические показатели		Удельный расход электроэнергии на пшенице, кВт ч/т
		выделение крупных примесей	выделение мелких примесей	влажность, %	засоренность, %	производительность, т/ч	установленная мощность, кВт	
ОАО «Казимировский ОЭЗ», ООО «Зерно ВУ Очистка» (г. Минск)	СП-70М	Гравитационно-сепарирующее полотно	Воздушный поток	20	10	80	5,5	0,07
ООО «Амкодор-можа»	ОЗЦ-50А	Цилиндрический барабан	Воздушный поток	15	3	50	9,6	0,19
	СПО-50	Сетчатый транспортер	Воздушный поток	20	10	80	11	0,14
ОАО «Лидсельмаш»	КОМ-60	Отсутствует	Воздушный поток	17	3	60	5,5	0,09
ОАО «Воронежсельмаш» (г. Воронеж)	МПО-50	Сетчатый транспортер	Воздушный поток	20	10	50	7,5	0,15
	СПО-100	Сетчатый транспортер	Воздушный поток	20	10	80	11	0,14
ОАО ГСКБ «Зерноочистка», (г. Воронеж)	МПО-100	Сетчатый транспортер	Воздушный поток	16	10	70	11	0,16
	МПО-50С	Цилиндрический барабан	Воздушный поток	16	10	50	8,6	0,17
ОАО «Мельинвест», (г. Н. Новгород)	А1-Б30-100	Цилиндрический барабан	Отсутствует	15	3	100	0,75	0,01

тельной очистки, ввиду простоты технологических схем, малогабаритные. Производительность машин первичной очистки прямо пропорциональна площади решета, поэтому высокопроизводительные машины имеют большие габаритные размеры и проблему «забиваемости» решета, очистка которых осуществляется щетками и шариками. Очистка щетками является наиболее эффективным способом (машины фирмы «Petkus», ЗВС – 20А и др.). Однако этот способ имеет ряд недостатков: необходимо постоянно контролировать зазор между щетками и решетами; достаточно сложный и дорогостоящий приводной механизм щеток; требуется постоянный контроль оператора; замена щеток дорогостоящий и не всегда возможный процесс. Очистка решет с помощью шариков имеет ряд достоинств: высокое качество очистки решет; шарики не требуют обслуживания в процессе эксплуатации; они гораздо дешевле щеток и процесс их замены более прост (машины УС-40, СВТ-30, СВТ-40, МЗС-25, СА-50, А1-БИС-100, МЗУ-40, МЗУ-60). К недостаткам данных машин можно отнести: износ шариков и появление шума во время работы.

Самым технологически сложным является процесс отбора зерна по массе. Для этого в машинах первичной очистки устанавливают специальные аспирационные камеры открытого или закрытого типа (замкнутые или разомкнутые) с одним и двумя пневмоканалами. Наиболее эффективными считаются камеры закрытого типа с одним пневмоканалом (машины УС-40, СВТ-40) и камеры открытого типа с двумя пневмоканалами (машины МЗУ-40, МЗУ-60, БСХ-100). Аспирационные камеры закрытого типа с одним пневмоканалом за один проход выделяют мелкие примеси, щуплое и неполноценное зерно потоком воздуха. Эта технологическая схема име-

ет как преимущества, так и недостатки. С одной стороны, такие камеры хуже осаждают пыль, а выделение щуплого зерна требует точной настройки воздушного потока. Но, с другой стороны, эта схема не требует дополнительных дорогостоящих циклонов или пылегазителей и позволяет значительно снизить энергопотребление. В свою очередь, воздушные камеры открытого типа с двумя пневмоканалами решают вопрос запыления путем установки дополнительного циклона или пылегазителя. Крупные выдуваемые примеси осаждаются в камере, а мелкие примеси и пыль выносятся в циклон. В таких схемах используют центробежные вентиляторы мощностью 7,5-18,0 кВт, увеличивающие энергозатраты. Второй пневмоканал позволяет очень точно выделить пустое, щуплое и мелкое зерно после очистки решетами, а первый пневмоканал (на входе) удаляет пыль и мелкие примеси. В совокупности эти процессы обеспечивают высокую производительность и качество очистки зерна.

Технико-эксплуатационные показатели воздушно-решетных машин первичной очистки отечественных и зарубежных производителей, имеющих в хозяйствах Беларуси, приведены в табл. 2.

**Инновационные отечественные машины очистки зерна – СВП-70, УС-40С, УС-25С**

Опыт практической эксплуатации этих машин позволит организовать производство инновационных машин со степенью локализации 97%: сепараторов предварительной очистки зерна СВП-70 (рис. 1), сепараторов универсальных стационарных УС-40С (рис. 2) и УС-25С (рис. 3). Технико-эксплуатационные показатели сепараторов СВП-70, УС-40С, УС-25С приведены в табл. 3 [6].

**Таблица 2. Технико-эксплуатационные показатели машин первичной очистки [4, 5]**

Наименование производителя	Марка	Дополнительная система аспирации	Показатели исходного вороха		Производительность, т/ч	Технические показатели		Удельный расход эл. энергии на пшенице, кВт ч/т
			влажность, %	засоренность, %		Площадь решета, м <sup>2</sup>	Установленная мощность, кВт	
ОАО Казимировский ОЭЗ, ООО «Зерно ВУ Очистка» (г. Минск)	УС-40	не требуется	16	10	40	17,5	8,2	0,21
РУП «Сморгонский завод оптического станкостроения»	МЗУ-40	требуется	14	3	15	3,4	8,6	0,57
	МЗУ-60	требуется	14	3	25	5,1	8,97	0,36
ОАО «Лидсельмаш»	СА-50	требуется	14	3	24	6	3,2	0,13
ОАО «Колядичагромаш»	МЗС-25	требуется	14	3	12	6,2	4	0,33
ОАО «Воронежсельмаш»	СВТ-30	не требуется	16	10	30	11,3	9,2	0,31
	СВТ-40	не требуется	16	10	40	17,5	11,7	0,29
ОАО «Мельинвест»	А1-БИС-100	требуется	14	3	24	6	1,5	0,06
	БСХ-100	требуется	14	3	24	6	1,5	0,06
ОАО «Амкодорможа»	БСХ-100 с воздушной камерой	не требуется	14	3	24	6	5,5	0,23



Рисунок 1. СВП-70



Рисунок 2. UC-40C



Рисунок 3. UC-25C

**Таблица 3. Техничко-эксплуатационные показатели сепараторов**

Показатели	Значение		
	СВП-70	UC-40C	UC-25C
Марка сепаратора	СВП-70	UC-40C	UC-25C
Тип сепаратора	Ветрорешетный	Ветрорешетный	Ветрорешетный
Напряжение питающей сети, В	230/400 ± 10%	230/400 ± 10%	230/400 ± 10%
Масса конструкционная, кг, не более	800	2300	1500
Габаритные размеры, мм (не более)			
длина	2540	2780	2420
ширина	1600	2070	2070
высота	2150	2560	2100
Потребление электроэнергии, кВт ч/т (не более)			
предварительная очистка	0,11	0,15	0,22
первичная очистка		0,23	0,35
вторичная очистка		0,92	1,10
Суммарная площадь решетчатых поверхностей, м <sup>2</sup>	3,0±0,2	11,2±0,2	5,9±0,2
Производительность за час основного времени (на пшенице с натурой исходного материала до 760 г/л), т (не менее)			
предварительная очистка (при влажности до 20% и с содержанием примесей до 10%)	70	60	40
первичная очистка (при влажности до 18%, с содержанием отдельных зерновых примесей до 10% и сорной – до 3%)		40	25
вторичная очистка (при влажности – 13% и с содержанием отхода – 3%, в т. ч. семян других растений – 200 шт./кг, из которых семян сорных растений – 100 шт./кг)		10	8
Срок службы, лет (не менее)	10	10	10
Ресурс до списания, ч	3500	3500	3500

#### Устройство и работа сепаратора предварительной очистки зерна СВП-70

Основными рабочими органами сепаратора являются: загрузочный бункер-накопитель; решетный колеблющийся модуль; воздушноочистительная часть.

#### Процесс разделения зернового вороха (рис. 4)

Зерновой ворох, подлежащий очистке, по зернопроводам поступает в загрузочный бункер-накопитель, который накапливает исходный материал, уменьшая цикличность подачи, и равномерно распределяет его по ширине. Далее ворох попадает на решетный колеблющийся модуль, при проходе через который выделяются крупные примеси (солома, колоски и др.), а зерно, легкие и мелкие примеси перемещаются в аспирационную камеру.

Аспирационная камера замкнутого цикла не требует установки циклонов и пылеосадителей.

В пневмоканале аспирации встречным воздушным потоком выделяются легковесомые примеси и самотеком выводятся через отдельный сход. Воздушный поток

в сепараторе создается установленным диаметральным вентилятором. Скорость воздушного потока регулируется дроссельной заслонкой, расположенной в нагнетательном канале. Ворох, очищенный от легких примесей, выводится из сепаратора самотеком.

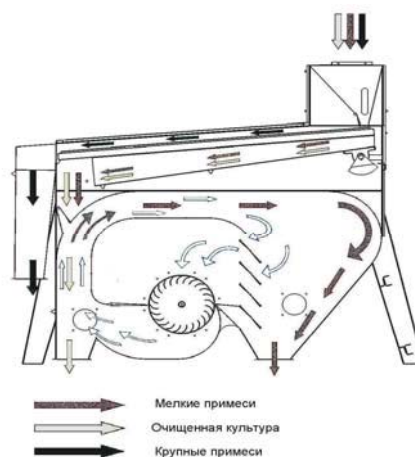
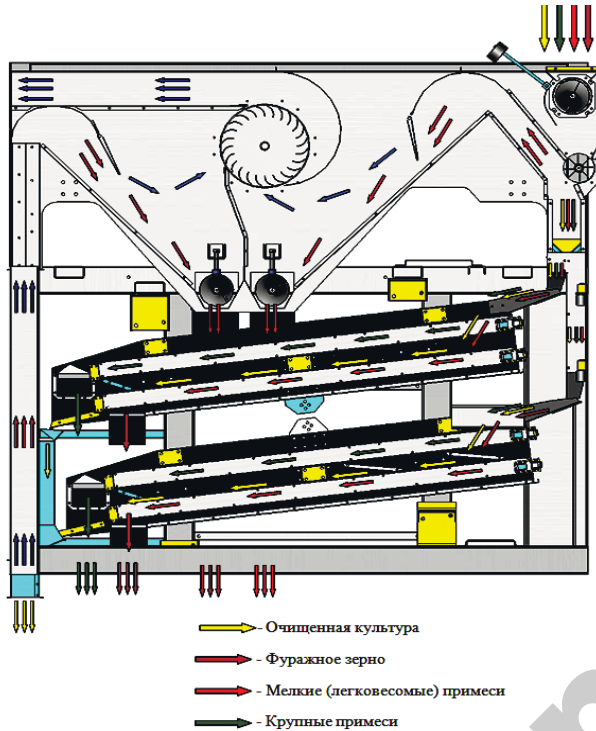


Рисунок 4. Технологическая схема работы СВП-70

**Устройство и работа сепаратора универсального стационарного УС-40С, УС-25С**

Основными рабочими органами сепараторов являются: блоки решетных станов (УС-40С – 2 шт.; УС-25С – 1 шт.); воздушноочистительная часть.

**Процесс разделения зернового вороха (рис. 5)**



*Рисунок 5. Технологическая схема работы сепараторов УС-40С; УС-25С*

Подача зернового вороха осуществляется в распределительный шнек с регулировочным клапаном. Регулировка пропускной способности выполняется клапаном с грузами. Положения грузов выставляются из условий очищаемого продукта и необходимой пропускной способности.

Система пневмосепарации оснащена предварительным и главным пневмосепараторами. Предварительный пневмосепаратор предназначен для отделения пыли, сепарации грубых и легких частиц из зернового вороха. Это позволило значительно улучшить очистку на решетной плоскости. Для отделения легких примесей сепаратор оснащен регулируемыми заслонками для управления скоростью потока воздуха. В главном пневмосепараторе отделяется чистое зерно от пылевидных частиц, щуплого зерна и легких компонентов. Частицы, отделенные в предварительном и главном сепараторах, оседают в двух осадочных камерах и выносятся разгрузочными шнеками.

Решетная система состоит из двух качающихся решетных блоков, каждый решетный блок оснащен двумя решетными плоскостями. На верхней решетной плоскости происходит отделение зернового вороха от крупных примесей. Нижняя решетная плоскость отделяет мелкие примеси и фуражное зерно. Простая кон-

струкция решетных секций позволяет быстро осуществить замену решет. В машине применена стандартная очистка резиновыми шариками. Выход каждой выделяемой фракции организован в отдельный зернопровод со специальным окном для взятия пробы.

В этих машинах реализован ряд оригинальных конструкторских разработок для устранения недостатков, выявленных при эксплуатации машин других производителей в условиях страны.

**Преимущества сепаратора СВП-70**

Уникальная система приводного механизма позволяет обеспечить эффект встряхивания зернового материала на решетной секции, тем самым достигается высокое качество очистки без потерь производительности даже на ворохе высокой влажности; конструкция решетной секции обеспечивает быструю и удобную замену решетных полотен и уменьшает время перехода с культуры на культуру; очистка решет осуществляется с помощью резиновых шариков, обладающих свойством самоочистки, при этом чистящий эффект решет сохраняется при низких температурах, так как шарики изготовлены из специального материала; применение загрузочного бункера-накопителя позволяет сглаживать цикличность и неравномерность подачи вороха по ширине сепаратора; усовершенствованная конструкция замкнутой системы аспирации обеспечивает эффективное отделение легких примесей и снижает появление пыли в машинном отделении при работе сепаратора; применение одного приводного механизма позволит повысить надежность машины в эксплуатации и обеспечить минимальное потребление электроэнергии; бережная обработка зерновой массы уменьшает травмирование зерна.

**Преимущества сепараторов УС-40С, УС-25С**

Режим вторичной очистки позволяет получать семена класса II по ГОСТ 10467. Конструкция приводного механизма состоит из сбалансированных решетных блоков, что обеспечивает работу сепаратора без вибрации; суммарная площадь решет и конструктивные особенности решетного стана обеспечивают необходимый эффект сортирования и высокое качество очистки на всех режимах; решетная рамка оригинальной конструкции вместе с очистителями устанавливается в решетный блок отдельно, что обеспечивает быструю и удобную замену решетных полотен и снижает время перехода с культуры на культуру; очистка решет осуществляется с помощью резиновых шариков, обладающих свойством самоочистки, при этом чистящий эффект решет сохраняется при низких температурах, так как шарики изготовлены из специального материала; конструктивные особенности системы аспирации не требуют установки дополнительных вытяжных систем и приводов; бесступенчатая регулировка воздушных потоков позволяет качественно отделить сорные фракции в предварительном и главном пневмоканалах; бережная обработка зерна на всех этапах очистки уменьшает травмирование зерна.

### Заключение

1. Анализ конструктивно-технологических особенностей зерноочистительных машин, входящих в существующий парк оборудования зернотоков сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь, показал, что основу его составляют машины, в которых применены устаревшие конструктивные решения, что ограничивает производительность комплексов и не обеспечивает качество очистки.

2. Новое поколение сепараторов отечественной разработки СВП-70, УС-40С и УС-25С отличается применением современных технических решений: систем равномерного распределения зернового вороха, замкнутой системы аспирации, развитой поверхностью решетчатого стана и уникальной системы одного приводного механизма. Их массовое применение позволит сельскохозяйственным организациям страны сократить потери урожая за счет проведения качественной и эффективной очистки зерна.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Михайловский, Е.И. Очистка зерна в хозяйствах республики. Проблемы и перспективы / Е.И. Михайловский // Белорусское сельское хозяйство, 2010. – №9. – С. 14-18.

2. Казакевич, П.П. Технологические основы сохранности зерна повышенной влажности / П.П. Казакевич, В.Н. Дашков, В.П. Чеботарев, Е.И. Михайловский, А.А. Князев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межвед. темат. сб./ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; под общ. ред. В.Н. Дашкова. – Минск, 2008. – Вып. 42. – С. 103-109.

3. Михайловский, Е.И. О послеуборочной доработке зерна. Актуальные проблемы повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса: сб. докладов Межд. науч.-практ. конф., Минск, 24-26 ноября 2010 г.: в 2-х ч.; редкол.: Н.В.Казаровец [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2010. – Ч. 2 – С. 46-51.

4. Шило, И.Н. Современное оборудование и машины для послеуборочной обработки зерна: справочник / И.Н. Шило, Е.И. Михайловский. – Минск: БГАТУ, 2011. – 508 с.

5. Михайловский, Е.И. Эксплуатация зерноочистительно-сушильных комплексов отечественных производителей: пособ. / Е.И. Михайловский, И.Н. Шило. – Минск: БГАТУ, 2011. – 348 с.

6. Маринич, Л.А. Эффективная очистка зерна – гарантия сохранности урожая / Л.А. Маринич // Белорусское сельское хозяйство, 2012. – №1. – С. 62- 66.

УДК 629.336.063

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 13.02.2012

## К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ

А.И. Бобровник, докт. техн. наук (БГАТУ); В.М. Мухин (ПО «МТЗ»); М.Ф. АЛЬ-Кинани, аспирант (БГАТУ)

### Аннотация

*Рассмотрены вопросы необходимости повышения технологических свойств тракторов «Беларус», эксплуатируемых в сельскохозяйственном производстве. Проанализированы пути модернизации тракторов тяговой концепции. Сформулированы требования к тракторам тягово-энергетической концепции с приводом рабочих органов сельскохозяйственных машин от вала отбора мощности трактора. Предложено оборудовать тракторы системами отбора мощности стабилизированным приводом, позволяющим уменьшить удельный расход топлива, улучшить качество выполняемого технологического процесса.*

*The need to improve the technological properties of the "Belarus" tractors, used in agricultural production is investigated. The ways of modernization of pulling concept tractors are analyzed. The requirements for tractors and power-driven concept of working farm machinery from the PTO of a tractor. The article offers to equip the tractor with PTO drive stabilized systems, which allows to reduce the specific fuel consumption, improve the quality of the executed process.*

### Введение

В настоящее время трактор стал одной из наиболее распространенных машин, применяемых во всех отраслях хозяйственной деятельности. Разнообразие условий эксплуатации трактора предъявляет специфические требования к его конструкции, технологии производства, приспособленности к ремонту и уходу.

Трактор является органическим элементом энерго-технологического комплекса в сельскохозяйственном производстве, на основе которого можно комплектовать агрегаты различного технологического назначения. По соотношению между требованиями технологического процесса, касающимися как режима выполнения операций, так и агротехнического их качества, и эксплуатационными показателями трактора, делается вывод о