

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHHI (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2018 Issue: 12 Volume: 68

Published: 12.12.2018 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



SECTION 23. Agriculture. Agronomy. The technique.

Zh.S. Bayzakova
Ph. D., associate Professor,
Kazakh national agrarian University

Zh.Zh. Kozhamkulova
associate Professor,
Kazakh national agrarian University

Zh.S. Chingenzhinova
senior lecturer,
Kazakh national agrarian University

G.E. Sapieva
senior lecturer,
Kazakh national agrarian University

F.Kh. Raymbekova
lecturer,
Kazakh national agrarian University

E.S. Kul'shikova
doktorant
Kazakh national agrarian University

STUDY CONDUCT OPTIMIZATION EXPERIMENT CLEANING DRY SHORT-STEMMED GRAIN CROPS

Abstract: *The aim of the study was to increase the efficiency of harvesting dry short-stem grain crops. The aim of our study was to promote the expansion of technological possibilities of distribution of grain mass across the width of the inclined chamber of the combine harvester. On the basis of theoretical justification and their technical solutions for the harvesting of dry short-stem biomass of wheat are made: the process of changing the loss of grain threshing combine. We theoretically studied the likelihood of thrashing and damaging the grain by thrashing the accelerator of a new type, allow to examine in detail the process of threshing to dry short-stemmed grain crops. Methods of planning of multiple-factor experiments, methods of statistical processing of experimental data, methods of correlation and regression analysis and search engine optimization of the proposed analytical dependences of definition of the modes of the distribution of short-stem dry biomass of wheat at threshing. the optimal parameters and modes of operation of the new type of threshing accelerator are substantiated. Justified parameters-initial, technological and technical were the basis for the development of technical specifications for the design of a laboratory sample of the threshing accelerator for harvesting dry short-stem wheat biomass. The results showed that the threshing of grain increases due to the uniform distribution of mass.*

Key words: *cleaning of dry short-stem grain, threshing accelerator, along the longitudinal axis of the MSU, pre-threshing distribution of ears of grain crops device installed inclined chamber combine.*

Language: Russian

Citation: Bayzakova, Z. S., et al. (2018). Study conduct optimization experiment cleaning dry short-stemmed grain crops. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 12 (68), 23-35.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-12-68-5> **Doi:** <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2018.12.68.5>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО УБОРКЕ
СУХИХ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

Аннотация: Целью исследования являлась повышение эффективности уборки сухих короткостебельных зерновых культур. Задачей нашего исследования являлось - способствовать расширению технологических возможностей распределения хлебной массы по ширине наклонной камеры зерноуборочного комбайна. На основании теоретического обоснования и их технических решений для уборки сухих короткостебельных биомасс пшеницы сделаны: процесс изменения потерь зерна молотилкой комбайна. Теоретически изучены вероятности обмолота и повреждения зерна ускорителем обмолота нового типа, позволяющие подробно рассматривать процесс обмолота для сухих короткостебельных зерновых культур. Методами планирования многофакторных экспериментов, методами статистической обработки опытных данных, методами корреляционно-регрессионного анализа и поисковой оптимизации предложены аналитические зависимости определения режимов распределения сухой короткостебельной биомассы пшеницы на обмолот. обоснованы оптимальные параметры и режимов работы ускорителя обмолота нового типа. Обоснованные параметры – исходные, технологические и технические явились основанием для разработки технического задания на проектирование лабораторного образца ускорителя обмолота для уборки сухой короткостебельной биомасс пшеницы. Полученные результаты показывали, что обмолот зерна увеличивается за счет равномерного распределения массы.

Ключевые слова: уборка сухих короткостебельных зерновых, ускоритель обмолота, вдоль продольной оси МСУ, дообмолотного распределения колосьев зерновых культур устройства установленного наклонной камере зерноуборочного комбайна.

Введение

Пшеница - самая основная продовольственная культура в большинстве стран мира и наиболее важная зерновая культура, дающая почти 30% мирового производства зерна и снабжающая продовольствием более половины населения земного шара. Ее широкая популярность объясняется разносторонним использованием ценного по качеству зерна. Содержит 11-20% белка, СО-64% крахмала, около 2% жира, минеральные вещества, витамины группы В и РР. Оно идет прежде всего на производство муки, из которой почти повсеместно готовят хлеб, многие другие продукты питания и концентрированный корм для сельскохозяйственных животных и сырье для многих отраслей промышленности [1].

Сложившаяся ситуация в зерновом хозяйстве республики в целом характеризуется нестабильностью валового сбора зерна, одна из причин - большие потери в процессе уборки. Главными причинами потерь и низкого качества семян являются высокий уровень их травмирования и недомолот, что объясняется недостаточным технологическим и техническим уровнем механизации производства семян.

Проблемы, которые обсуждают ведущие ученые республики, во многом схожи. Так, например, ситуация с недостаточно высокой урожайностью зерновых культур в Казахстане во многом сложилась из-за того, что при технологии уборки и обмолоте сухих короткостебельных зерновых культур допускает значительные количественные и качественные потери. Исследование же качественных потерь сухих короткостебельных зерновых культур проводилось недостаточно, причем каждый качественный показатель изучался без связи с

другими для отдельных культур и сортов и чаще для отдельных регионов.

Цель исследования - повышение эффективности уборки сухих короткостебельных зерновых культур за счёт дообмолотного распределения колосьев зерновых культур вдоль продольной оси МСУ комбайна и разработки устройства установленного наклонной камере зерноуборочного комбайна и для её реализации.

Материалы и методы.

Несмотря на достаточно солидный производственный потенциал, уборка сухих короткостебельных зерновых культур зерноуборочными комбайнами в республике не отвечает современным требованиям. Если в целом результат успешного возделывания зерновых культур по ресурсосберегающей технологии зависит от многих факторов, то на последней стадии – уборке, получение качественного урожая во многом предопределяется работой зерноуборочной техники, в особенности, зерноуборочных комбайнов. Можно вырастить хороший урожай и потерять его или ухудшить качество получаемого зерна в целом при уборке.

Изыскание эффективных путей увеличения производства зерна - проблема комплексная. Она охватывает широчайший круг вопросов. С одной стороны, необходимы централизованные мероприятия, затрагивающие основные производственные элементы формирования урожая зерна, с другой – ощущается потребность в самых конкретных рекомендациях по оптимальным приемам использования и настройки зерноуборочной техники. Устойчивость зерна к механическим

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

повреждениям определяется прочностью зерновки, а также способом обмолота. Существующие ударные способы обмолота приводят к значительному повреждению зерна. Особенно велики микроповреждения, доходящие нередко до 50 %, что снижает товарные качества зерна и полевую всхожесть семян [1].

На основании рациональной формулы, В.П. Горячкин разработал молотильный барабан. Ввиду того, что потребная мощность на работу молотильного аппарата в отдельные мгновения из-за порционной подачи биомасс пшеницы значительно превышает мощность, передаваемую от двигателя молотильному аппарату, недостаток энергии на обмолот покрывается кинетической энергией вращающегося барабана. Для ориентировочного подсчета потребной мощности можно воспользоваться уравнением барабана сухих короткостебельных биомасс, поступающая в барабан, в результате неупругого удара приобретает скорость, равную окружной скорости барабана [2].

Удары сообщаются непрерывно поступающим массам сухих короткостебельных зерновых Δm , которые приобретают скорость v за время Δt . Импульс силы равен приращению количества движения

$$P_1 \Delta t = \Delta m v, \quad (1)$$

откуда окружное усилие на поверхности бичей, преодолевающее силы инерции сухих короткостебельных биомассы пшеницы

$$P_1 = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = m' v, \quad (2)$$

где $m' = \frac{\Delta m}{\Delta t}$ - масса подачи в 1 сек.

Мощность, потребную для работы барабана

$$75N = \frac{m' v^2}{1-f}, \quad (3)$$

С другой стороны, двигатель мощностью N л.с. при моменте инерции барабана J даст угловое ускорение разгона согласно уравнению

$$75N = J \omega \frac{d\omega}{dt}, \quad (4)$$

Уравнение В. П. Горячкина в окончательной форме

$$75N = J \omega \frac{d\omega}{dt} = \frac{m' v^2}{1-f}, \quad (5)$$

Это уравнение дает в самом общем виде связь между тремя элементами процесса: двигателем (N), барабаном (J) и хлебом (m'), значения коэффициента перетирания берут в пределах $f = 0,7 \div 0,8$.

Расчет потребной мощности с учетом основных факторов, определяющих процесса обмолота. В общем, виде

$$N = N_0 + N_{nm} + N_{yd}, \quad (6)$$

где N_0 - мощность, потребная на преодоление вредных сопротивлений;

N_{nm} - мощность, потребная на «перетирание» обмолот сухих короткостебельных биомасс в зазорах между барабаном и декой;

N_{yd} - мощность, потребная на удар и сообщение скорости продуктам обмолота. По мнению Пугачева, на повреждение зерна в основном оказывают влияние биологические свойства зерна, конструктивные особенности молотильных аппаратов.

По результатам анализа уборочных процессов нами предложена классификация основных направлений увеличения сбора урожая сухих короткостебельных зерновых культур (рис. 1).

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

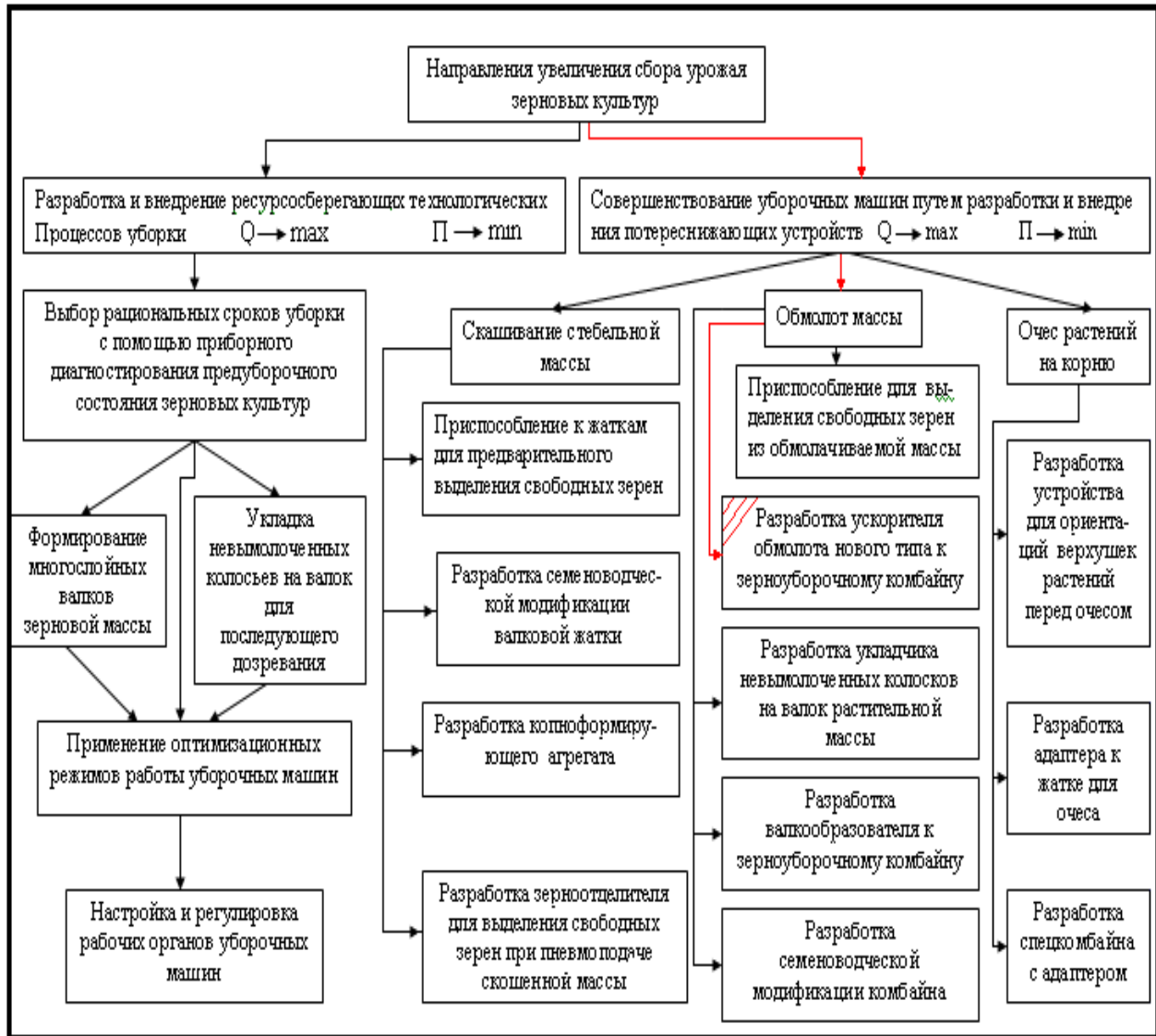


Рисунок 1. Классификация направлений увеличения сбора урожая сухих короткостебельных зерновых культур

Потеряющие устройства к уборочным машинам обеспечивают дополнительный сбор урожая, снижение трудоемкости производства зерна, повышение качества продукции, сокращение сроков уборки урожая и площади посева зерна, снижение себестоимости послеуборочной обработки продуктов урожая и удельных капитальных вложений, что соответствует требованиям ресурсосберегающей технологии.

Нашей задачей исследования является способствовать расширению технологических возможностей распределения (выравнивания) биомассы по ширине наклонной камеры за счет эффекта переменного зазора в зоне выбросной кромки наклонной камеры зерноуборочного комбайна [3-5].

Это достигается тем, что в известном ускорителе обмолота уборочной машины, содержащей наклонную камеру с днищем, рабочая поверхность, которой выполнена гофрирована. Причем гофры имеют V и W-образный профиль с непрерывно расположенными растаскивающими ветвями, планчатый транспортер и привод. Здесь одна растаскивающая ветвь выполнена дискретно. Дискретность растаскивающей ветви гофр определяется по формуле:

$$\ell = n (\ell_k + \ell'), \quad (7)$$

где: ℓ – общая длина растаскивающей ветви гофр, мм;

n – количество дискретности, ед.;

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

ℓ_k - среднearифметическое значение длины колосьев, мм;

ℓ' - длина дискретной части гофр, мм.

В зависимости от урожайности, сорта и ломкости колосьев убираемой культуры длину дискретной части гофр устанавливают равной $\ell' = 2\ell_k$, а при низкоурожайной и слабой ломкости колосьев равной $\ell' = 3\ell_k$.

В зависимости от нужд хозяйствующих субъектов возможны варианты компоновки днища 2 ускорителя обмолота уборочной машины разными профилями гофр 3. При этом V - образный профиль служит для выравнивания потока биомассы (рис. 2).

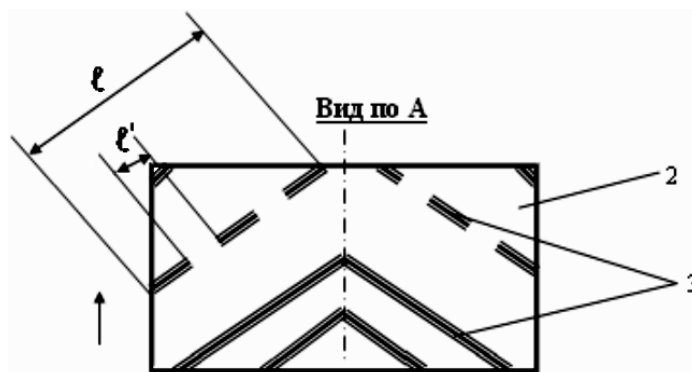


Рисунок 2. V - образный профиль для выравнивания потока сухой короткостебельной биомассы

W - образный профиль - для выравнивания и частичного обмолота потока биомассы

труднообмолачиваемой культуры сухих короткостебельных (рис. 3).

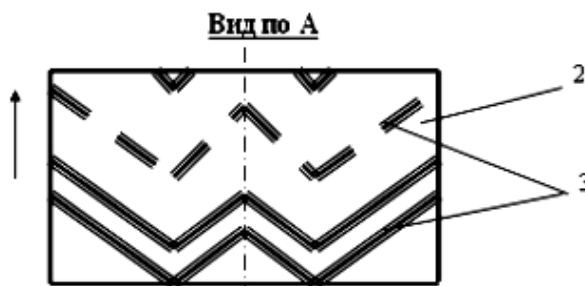


Рисунок 3. W - образный профиль для выравнивания и частичного обмолота потока труднообмолачиваемой биомассы сухих короткостебельных

Рабочий процесс ускорителя обмолота уборочной машины протекает следующим образом. При прямом комбайнировании исходное состояние биомассы имеет минимум по толщине в середине потока и максимум по краям. Вследствие того, что верхняя часть гофр выполнена в сторону молотилки, в зависимости от урожайности, сорта и ломкости колосьев убираемой культуры длину дискретной части гофр устанавливают равной $\ell' = 2\ell_k$, а при низкоурожайной и слабой ломкости колосьев

равной $\ell' = 3\ell_k$. Таким образом, биомасса сухих короткостебельных, поступающая в ускоритель обмолота транспортируется планчатый транспортером 4 в молотилку уборочной машины.

Предлагаемый нами новый тип ускорителя обмолота обеспечивает распределение колосьев зерновых культур вдоль продольной оси МСУ комбайна, который показан на рис. 4 (Д - травмирование, %, П - потери недомолотом, %) [5].

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

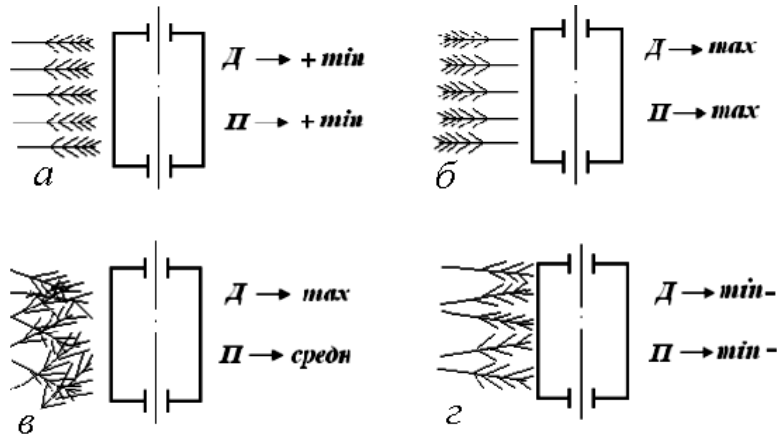


Рисунок 4. Работа ускорителя обмолота нового типа для сухих короткостебельных зерновых культур

Использование работы ускорителя обмолота нового типа для сухих короткостебельных зерновых культур приводит к минимальному травмированию зерен и к минимальным потерям недомолотом (рис. 4 г), в то время как использование серийного комбайна без ускорителя обмолота для сухих короткостебельных зерновых культур приводит к максимальному травмированию зерен и к максимальным потерям недомолотом (рис. 4 в). Распределение колосьев сухих короткостебельных зерновых культур так, как показано на рис. 4 а и б невозможно даже при использовании любого типа зерноуборочного комбайна.

Коэффициент трения скольжения покоя сухих короткостебельных биомасс пшеницы по трущимся поверхностям определили по методике ВИСХОМ. Определено значения статического и динамического коэффициентов трения скольжения плоскости с переменным углом наклона к горизонту (рис.5). Составили уравнения равновесия тела в виде [6]:

$$\begin{aligned} \sum F_{Kx} &= G \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0 \\ \sum F_{Ky} &= N - G \cos \alpha = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

откуда находим коэффициент трения скольжения в покое $f_o = \text{tg} \alpha_{\text{тр}}$.

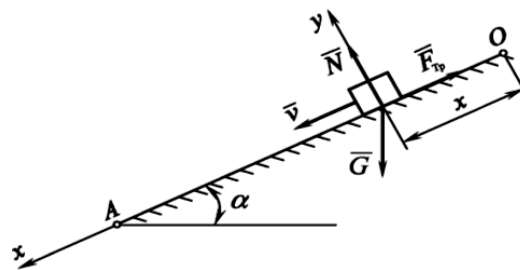


Рисунок 5

Если угол наклона плоскости $\alpha > \alpha_{\text{тр}}$, то тело приходит в движение. Возникающая при этом сила трения скольжения определяется выражением $F_{\text{тр}} = f N$. Для нахождения динамического коэффициента трения f составим дифференциальное уравнение движения тела в проекции на ось X :

$$\frac{G}{g} \frac{d^2 x}{dt^2} = G \sin \alpha - f G \cos \alpha \quad (9)$$

Выражение для динамического коэффициента трения:

$$f = \text{tg} \alpha - \frac{2l}{gT^2 \cos \alpha} \quad (10)$$

Для устранения вышеуказанных недостатков нами предложена усовершенственная методика определения коэффициента распределения биомасс сухих короткостебельных зерновых. Предлагаемая нами методика относится к технике исследования и испытания наклонной камеры нового поколения уборочных машин. В

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

частности к способу определения коэффициента распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы наклонной камерой, связанного с неравномерной загрузкой комбайна по ширине, относится влияние неравномерности на показатели обмолота и

сепарации, установление причин, приводящих к такой загрузке при проведении исследовательских работ по зерновой культуре сухих короткостебельных [7-9].

Методика реализуется посредством устройства, показанного на рисунке 6.

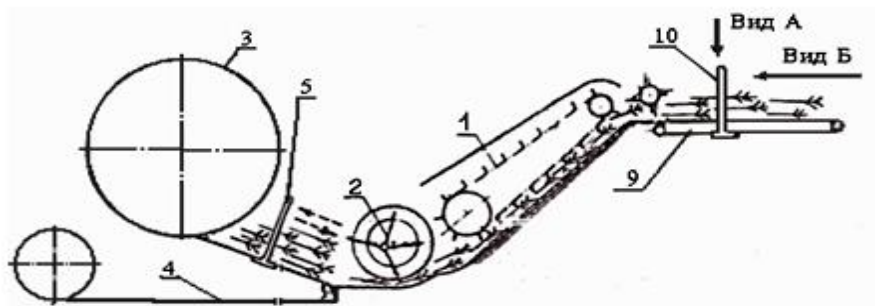


Рисунок 6. Экспериментальная установка для определения коэффициента оптимального распределения биомасс пшеницы:

Приведена схема экспериментальной установки для определения коэффициента дообмолотного распределения колосьев сухих

короткостебельных биомасс пшеницы, вид сбоку; на рисунке 3.11 - показана измерительная часть П - образной рамы, вид по А на рисунке 3.10;

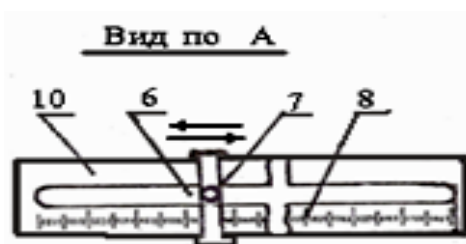


Рисунок 7 Измерительная часть П - образной рамы по А на рисунке 6

на рисунке 8 – П - образная рама и комлевая часть разноцветных стеблей сухих

короткостебельных биомасс пшеницы, вид по Б на рисунке 6.

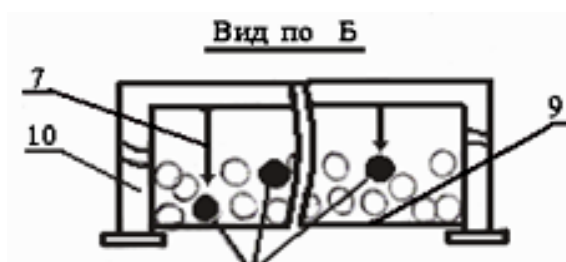


Рисунок 8. П - образная рама и комлевая часть разноцветных стеблей биомассы пшеницы, вид по Б на рисунке 6

Устройство включает наклонную камеру, проставку с питателем и ее транспортер, имеющий перемещающуюся П-образную раму с вырезом, где закреплен регулируемый по вертикали и перемещающийся по вырезу фиксатор и метрическая линейка. Кроме того, за выбросной кромкой наклонной камеры выполнен

разгрузочный транспортер с аналогичной перемещающейся рамой.

Определение коэффициента распределения колосьев биомасс сухих короткостебельных пшеницы на этом устройстве осуществляется следующим образом. В отвешенной порции пшеницы посредством фиксатора, регулируя ее по вертикали и перемещая по вырезу рамы

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

метрической линейкой, измеряют исходные координаты комля и колосовой части разноцветно окрашенных стебельков, относительно вдоль центральной оси наклонной камеры. Затем биомасса сухой короткостебельной пшеницы подается транспортером питателя на проставку и в наклонную камеру нового поколения. Пройдя через исследуемые и оптимизируемые рабочие органы наклонной камеры, они попадают на разгрузочный транспортер. Здесь, также посредством фиксатора, регулируя ее по вертикали и перемещая по вырезу рамы метрической линейкой, измеряют смещенные координаты комля колосовой части разноцветно окрашенных стебельков, относительно той же системы отсчета, после чего подсчитывают среднее численное значение разницы наиболее и наименее смещенных координат соответствующих стеблей и оценивают коэффициент распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы по формуле:

$$\mu = (\sum x_{max} - \sum x_{min}) / \sum x_{max} \quad (11)$$

где $E x_{max}$ - максимальное смещение окрашенных стеблей, мм;

$\sum x_{min}$ - минимальное смещение окрашенных стеблей, мм;

μ - коэффициент распределения, подсчитывают численное значение коэффициента оптимального распределения сухих короткостебельных биомасс пшеницы [10-11].

Путем демонтажа необходимых узлов наклонной камеры с проставкой экспериментальной установки можно исследовать коэффициент распределения колосьев сухой короткостебельной пшеницы каждым из вышеуказанных подающих органов в отдельности, а при постановке их на место - в комплексе.

Сложные многоцелевые процессы, строгое математическое описание которых затруднено различными причинами, можно, как показал опыт научных разработок последних лет, с достаточной достоверностью исследовать экспериментально-статистическими методами: методами планирования многофакторных экспериментов, методами статистической обработки опытных данных, методами корреляционно-регрессионного анализа и поисковой оптимизации. Такой подход к исследованию сложных сельскохозяйственных процессов позволяет получить адекватные математические модели, рассчитать согласованность с наблюдаемыми в экспериментах данными и проанализировать на

моделях различные технологические условия и ситуации [12-20].

В нашем исследовании требуется на основе экспериментальных данных построить адекватную (соответствующую действительности) модель процесса распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы. При этом, прежде всего, необходимо дать некоторое представление о структуре этой модели. Поэтому основная задача состояла в том, чтобы выявить эффекты воздействия определенных параметров (скорости подачи сухих короткостебельных биомасс пшеницы, количества дискретности V-образных гофр в ускорителе обмолота, их угла атаки и др.) на изучаемые зависимые переменные, в качестве которых приняты: степень распределения колосьев биомасс пшеницы, разрыв колосьев пшеницы и вымолот зерна.

Исследуемая система имеет некий «вход» для ввода информации о регулируемых параметрах устройства и «выход» для отображения результатов распределения биомассы сухой короткостебельной пшеницы, характеризуемых критериями оптимизации. Состояние выходов $Y=(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ предположительно зависит от состояния входов $X=(X_1, X_2, \dots, X_k)$: $Y=f(X)$. Однако вид функциональной зависимости результирующих показателей от входных переменных неизвестен.

Регулируемые переменные X_1, X_2, \dots, X_k , где k означает число факторов плана эксперимента, представляют собой показатели, характеризующие некоторые, наиболее важные условия протекания процесса распределения биомасс сухой короткостебельной пшеницы, которые могут контролироваться и целенаправленно изменять ход процесса в том или ином нужном нам направлении. В качестве этих показателей, определяющих вход процесса распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы, приняты следующие параметры:

q – скорость подачи сухих короткостебельных биомасс пшеницы, кг/пм;

n – количество дискретности гофр в ускорителе обмолота, ед;

α – угол атаки V-образных гофр, град;

δ – зазор между транспортером и рабочей поверхностью ускорителя обмолота, мм.

Выходные параметры Y_1, Y_2, \dots, Y_m , в качестве которых рассмотрены степень распределения колосьев, разрыв колосьев и вымолот зерна, характеризуют эффективность оптимального распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы.

Важной задачей является оптимизация параметров ускорителя обмолота нового типа

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

(скорости подачи сухих короткостебельных биомасс пшеницы; количество дискретности гофр в ускорителе обмолота; угла атаки V-образных гофр и зазора между транспортером и рабочей поверхностью ускорителя обмолота) с целью улучшения следующих выходных показателей процесса:

Y_1 – степени распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы, %;

Y_2 – разрыва колосьев пшеницы, %;

Y_3 – вымолот зерна пшеницы, %;

которые по терминологии, принятой в теории планирования экспериментов, являются функциями отклика на изменяющиеся входные параметры ускорителя обмолота нового типа. В этой связи объектом исследования явились параметры ускорителя обмолота нового типа и биомасса сухой короткостебельной пшеницы.

Результаты расчёта перечисленных статистических характеристик приводятся в табл.1. Они используются при проверке предпосылок успешного применения корреляционно-регрессионного анализа.

Таблица 1. Основные статистические характеристики показателей распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы

Статистические характеристики	Условные обозначения	Показатели оптимального распределения биомассы пшеницы		
		Y_1	Y_2	Y_3
Объем наблюдений (опытов)	N	18	18	18
Среднее арифметическое	M	72,39	4,47	5,01
Стандартная ошибка	m	1,62	0,38	0,30
Стандартная ошибка, % от M	$m, \%$	2,24	8,41	5,89
Медиана	med	75,10	3,65	4,90
Мода	mod	76,10	–	3,80
Стандартное отклонение	s	6,886	1,594	1,252
Дисперсия выборки	s^2	47,416	2,541	1,567
Экссесс	E	0,473	–1,621	–1,511
Асимметрия	A	–1,172	0,411	0,253
Размах	L	24,4	4,3	3,6
Минимум	min	56,9	2,6	3,3
Максимум	max	81,3	6,9	6,9
Коэффициент вариации, %	V	9,51	35,69	24,98

Статистические показатели табл. 1 характеризуют все повторности эксперимента по распределению колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы. Стандартные ошибки для Y_1 , Y_2 , Y_3 малы и составляют менее 10 % от соответствующих средних значений. Наблюдается примерное равенство среднего, моды и медианы для показателей Y_1 , Y_2 , Y_3 . При этом значения эксцесса и асимметрии по абсолютной величине не превышают 2; минимальное и максимальное значения примерно равноудалены от среднего, коэффициент вариации превышает 33% только для Y_2 .

Применяя компьютерную программу STATISTICA, были построены гистограммы, кумулятивные распределения и сглаженные кривые для нормального закона, а также рассчитаны критерии согласия Колмогорова-Смирнова D и Шапиро-Уилка $SW-W$, которые приводятся на рис. 9 для показателя Y_1 . Эти эмпирические распределения позволяют наглядно представить изменения показателя, характеризующего процесс дообмолотного распределения колосьев вдоль продольной оси МСУ комбайна сухих короткостебельных биомасс пшеницы.



Рисунок 9. Степени распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы Y_1 , %

Как видно из рис. 9а, частотная степень распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы схожа с кривой нормального распределения. Это распределение, наряду с логарифмически-нормальным (логнормальным) и обобщенно-нормальным, является основным в математической статистике. Оно может быть справедливым для исследуемых показателей распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы уже в силу того, что каждый из этих показателей представляет собой результат суммарного

воздействия большого числа, зачастую скрытых, независимых случайных факторов.

Уравнения регрессии в зависимости от скорости подачи сухих короткостебельных биомасс пшеницы x_1 ; количества гофр в ускорителе обмолота x_2 ; угла атаки V-образных гофр x_3 и зазора между транспортером и рабочей поверхностью ускорителя обмолота x_4 имеют следующий вид:

для степени оптимального распределения колосьев биомасс сухой короткостебельной пшеницы, %

$$Y_1 = 79,783 - 0,02973 x_1 - 2,86924 x_1^2 - 0,80262 x_2 - 2,48042 x_2^2 + 2,47276 x_3 - 1,86186 x_3^2 - 0,95125 x_4 - 2,53344 x_4^2 - 5,93875 x_1 x_2 - 1,1125 x_1 x_3 + 0,70988 x_1 x_4 - 0,4375 x_2 x_3 + 1,80777 x_2 x_4 - 0,0375 x_3 x_4; \quad (12)$$

для разрыва колосьев сухой короткостебельной пшеницы, %

$$Y_2 = 1,963 - 0,029727 x_1 + 0,767313 x_1^2 + 0,208086 x_2 + 0,767313 x_2^2 - 0,095517 x_3 + 0,767313 x_3^2 - 0,118906 x_4 + 0,997066 x_4^2 - 0,293906 x_1 x_2 +$$

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

$$+ 0,05 x_1 x_3 + 0,333086 x_1 x_4 + 0,175 x_2 x_3 + 0,570273 x_2 x_4 - 0,075 x_3 x_4; \quad (13)$$

для вымолота зерна сухой короткостебельной пшеницы, %

$$Y_3 = 7,385 + 0,05945 x_1 - 1,10025 x_1^2 - 0,02973 x_2 - 0,90584 x_2^2 + 0,11583 x_3 - 0,57005 x_3^2 - 0,20809 x_4 - 0,55238 x_4^2 - 0,22059 x_1 x_2 + 0,0375 x_1 x_3 + 0,13277 x_1 x_4 - 0,1375 x_2 x_3 + 0,14695 x_2 x_4 + 0,13750 x_3 x_4. \quad (14)$$

Анализ уравнений (12)–(14) приводит к следующим выводам:

- коэффициенты уравнения регрессии (12) при переменных x_1 , x_2 и x_4 и их квадратах имеют знак минус. Из этого следует, что увеличение до определенной величины скорости подачи сухих короткостебельных биомасс пшеницы x_1 ; количества дискретности гофр в ускорителе обмолота x_2 и зазора между транспортером и рабочей поверхностью ускорителя обмолота x_4 снижает степени оптимального распределения колосьев сухих короткостебельных биомасс пшеницы Y_1 .

Коэффициенты уравнения регрессии (13) при переменной x_2 и её квадрате имеют знак плюс, из чего следует, что увеличение количества дискретности гофр в ускорителе обмолота x_2

увеличивает разрыв колосьев пшеницы Y_2 , %.

В уравнениях (12)–(14) коэффициенты регрессии при x_3 имеют разные знаки, т. е. при определенном значении угла атаки V-образных гофр процесса дообмолотного распределения колосьев вдоль продольной оси МСУ комбайна сухих короткостебельных биомасс пшеницы становится оптимальным.

Таким образом, требовалось: найти максимум степени оптимального распределения колосьев биомассы сухой короткостебельной пшеницы (%)

$$Y_1(\alpha_1, \dots, \alpha_{15}; x_1, \dots, x_4) \Rightarrow \max \quad (15)$$

в области факторного пространства

$$x_{j \min} = -1,682 \leq x_j \leq x_{j \max} = 1,682, \quad j = 1, \dots, 4 \quad (16)$$

при ограничениях на разрыв колосьев сухой короткостебельной пшеницы, (%)

$$Y_{2 \min} = 2,6 \leq Y_2(\beta_1, \dots, \beta_{15}; x_1, x_2, x_3, x_4) \leq Y_{2 \max} = 6,9 \quad (17)$$

и вымолот зерна пшеницы сухих короткостебельных, (%)

$$Y_{3 \min} = 3,3 \leq Y_3(\gamma_1, \dots, \gamma_{15}; x_1, x_2, x_3, x_4) \leq Y_{3 \max} = 6,9. \quad (18)$$

Задача (15) – (18) решена в программе Excel 2003. В качестве функций Y_1 , Y_2 , Y_3 использованы полученные ранее уравнения регрессии (12) – (14), \min и \max – нижняя и верхняя границы этих показателей. Получены следующие оптимальные параметры ускорителя обмолота нового типа: $X_1^* = -1,414$; $X_2^* = 1,355$; $X_3^* = 0,844$; $X_4^* = 0,081$ или $q = 3,5$ кг/пм; $n = 4,0$ ед.; $\alpha = 26,0$ град; $\delta = 20,8$ мм, при которых $Y_1 = 81,4$ %; $Y_2 = 6,4$ %; $Y_3 = 3,3$ %.

По результатам исследований разработан комплект конструкторской документации на ускоритель обмолота нового типа, позволяющий

снизить недомолот и травмирование зерна, улучшающих посевные качества семян [12–20].

Во время уборки при использовании ускорителя обмолота нового типа, обеспечивающий гораздо более равномерное распределение потока зерновой биомассы сухих короткостебельных по ширине молотилки, значительно снижается нагрузка на соломотряс и очистку комбайна, лимитирующего производительность. При прочих равных условиях это дает увеличение производительности комбайна.

Производственными испытаниями подтверждены теоретические выводы: при уборке семян сухой короткостебельной пшеницы

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

общие потери с помощью экспериментальной технологии оказались на 11,8% ниже, чем при технологии уборки пшеницы без ускорителя обмолота. Примененный экспериментальный ускоритель обмолота нового типа обеспечивает преобразование слоя биомасс сухой короткостебельной пшеницы в равномерный поток до молотилки. Засорений молотильно-сепарирующих устройств (МСУ) не отмечено [21].

Выводы.

Таким образом, новый тип ускорителя обмолота для сухих короткостебельных зерновых культур позволяет оптимизировать параметры подаваемой на обмолот урожайной массы, что, в свою очередь: улучшает процесс обмолота, сокращает количественные и качественные потери зерна, увеличивает технический ресурс

узлов агрегатов зерноуборочного комбайна и создает экономию материальных ресурсов.

Разработана математическая модель обмолота сухой короткостебельной пшеницы; методами математического программирования определены параметры ускорителя обмолота нового типа: x_1 - скорость подачи биомасс пшеницы $q = 3,5$ кг/пм; x_2 - количества дискретности гофр в ускорителе обмолота $n = 4,0$ ед.; x_3 - угол атаки V-образных гофр $\alpha = 26$ град; x_4 - зазор между транспортером и рабочей поверхностью ускорителя обмолота $\delta = 20,8$ мм. Во время изучения повреждаемости семян пшеницы установлено, что повреждения внутреннего эпидермиса, семенной оболочки и зародыша допускаются при традиционной технологии уборки, а повреждения верхнего слоя – при уборке с разработанным ускорителем обмолота нового типа.

References:

1. Pugachev, A. N. (1980). *Kontrol' kachestva uborki zernovyh kul'tur.* (p.255). M.: Kolos.
2. Gorjachkin, V. P. (1965). *Sobranie sochinenij.* (p.383). M.: Kolos, t.Z.
3. Bajzakova, Z. S., & Kokebaev, B. K. (2008, April 17-18). *K usovershenstvovaniyu tehnikeskikh sredstv dlja uborki zernovyh kul'tur.* Problemy innovacionnogo i konkurentosposobnogo razvitiya agroinzhenernoj nauki na na sovremennom jetape: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 1 chast' - Almaty: KazNAU, pp. 212-216.
4. Rjadnov, A. I. (1995). *Agrotehnikeskie reshenija problemy uborki zernovyh kolosovyh kul'tur po kompleksnomu kriteriju jeffektivnosti v uslovijah nedostatochnogo uvlazhnenija.* Avtoref. Diss. ... doktora s-h. nauk. Volgograd, p. 46.
5. Bajzakova, Z. S. (2009). *K opredeleniju kachestvennyh pokazatelej raboty uskoritelja obmolota pshenicy v proizvodstvennyh uslovijah.* Agrarnaja nauka-sel'skohozjajstvennomu proizvodstvu Kazahstana, Sibiri i Mongolij. Trudy III-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Tom II. - Shymkent, pp. 487-490.
6. Inkarbekov, A. B. (2003). *Teoreticheskaja mehanika. Dinamika.* (p.292) Almaty, izd. Agrouniversitet.
7. Sadykov, Z. S. (2002, April 25). *Evrazijskij patent №002420. EAPV. Sposob sbora biologicheskij cennogo zerna Zharylkasyna i ustrojstva dlja ego osushhestvlenija.*
8. Chepurin, G. E. (1987). *Tehnologicheskije obespechenie kombajnoj uborki zernovyh kul'tur (na primere Zapadnoj Sibiri).* Avtoref. Diss... dokt.tehn.. nauk. M., p.56.
9. Zhalnin, J. V., & Savchenko, A. N. (1985). *Tehnologii uborki zernovyh kombajnovymi agregatami.* (p.207). M.: Rossel'hozizdat.
10. Bajzakova, Z. S. (2009). *Teoreticheskie predposylki snizhenija poter' pshenicy pri uborke.* Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija "Prioritetnoe napravlenie po proizvodstvu i pererabotke sel'skohozjajstvennoj produkcii", posvjashhennaja 80-letiju akademika K.U.Medeubekova – Almaty, pp. 415-419.
11. Eshozhin, D. Z. (1972). *Issledovanie molotil'nogo apparata s peremennoj skorost'ju bicha.* Avtor, dis. kand. tehn. nauk, Celinograd, p.29.
12. Gorskij, V. G., Adler, J. P., & Talalaj, A. M. (1978). *Planirovanie promyshlennyh jeksperimentov.* (p.112). M.: Metallurgija.
13. Dosphehov, B. L. (1972). *Planirovanie polevogo opyta i statisticheskaja obrabotka ego dannyh.* (p.207). M.: Kolos.

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 5.015	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	

14. Borovikov, V. (2001). *STATISTICA: iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere*. Dlja professionalov. (p.656). SPb: Piter.
15. Adler, J. P., Markova, E. V., & Granovskij, J. V. (1976). *Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij*. – Izd-e vtoroe, pererab. i dop. (p.279). M.: Nauka.
16. Moiseev, N. N. (1981). *Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza*. (p.488). M.: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit..
17. Chichenov, N. A. (1980). *Avtomatizacija jeksperimental'nyh issledovanij*. (p.284). M., Mashinostroenie.
18. (1966). *Metodika izuchenija fiziko-mehaničeskijh svojstv sel'skohozjajstvennyh rastenij*. (p.84). Moscow: Otdel nauchno-tehnicheskoj informacii VISHOM.
19. Zheligovskij, V. A. (1945). *Pribor dlja opredelenija trenija skol'zhenija*. Trudy TSHA, vyp. 20, Tbilisi.
20. (1982). *Tablicy planov jeksperimenta dlja faktornyh i polinomial'nyh modelej* (spravočnoe izdanie). In: V.V. Nalimova (Eds.). (p.752). M.: Metallurgija.
21. Bajzakova, Z. S. (2013). *Parametry ustrojstva dlja normalizacii hlebnoj massy v naklonnoj kamere kombajna pered obmolotom suhijh korotkostebel'nyh zernovyh kul'tur*. dissert. kandidat tehničeskijh nauk: 05.20.01. - Novosibirsk: GNU SibIMJe, p. 119.