Author credentials**Affiliations**

Zazulya Alexander – Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: zazulia_an@rambler.ru.

Sinelnikov Alexander – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: ntc.agro@yandex.ru.

Strygin Sergei – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: sew1982@gmail.com.

Portyankin Grigory – General Director of LLC “Smartagro”, Russia, Tambov, e-mail: g.portyankin@smartagro24.ru.

Поступила в редакцию (Received): 17.02.2020 Принята к публикации (Accepted): 08.06.2020

УДК 631.362.34

DOI: 10.35887/2305-2538-2020-3-60-67

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КАЧЕСТВА ТРИЕРНОЙ ОЧИСТКИ ПШЕНИЦЫ
С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ДЛИННОЙ ПРИМЕСИ**

¹*Анашкин Александр Витальевич*

¹*Тишанинов Николай Петрович*

¹*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»*

Реферат. Известно, что на качественные показатели триерной очистки зерносмесей от длинных примесей оказывает влияние множество факторов, один из которых – содержание примесного компонента в зерносмеси. Для установления взаимосвязей качественных показателей процесса триерной очистки зерна от длинных примесей с величиной исходной засоренности использовали разработанный нами ранее стенд для исследований ячеистых поверхностей циклического действия. Установлено, что при увеличении исходной засоренности зерносмеси от 1% до 2% количество захваченных примесных частиц при наличии полноценного циркулирующего сегмента выросло в 4 раза. При увеличении засоренности до 3% их число возросло еще на 26%. Экспериментально установлено, что остаточная засоренность выросла в 2,33 раза при увеличении исходной засоренности от 1% до 2% и еще в 1,64 раза при увеличении исходной засоренности до 3%. При увеличении продолжительности процесса стеновой очистки зерна от длинных примесей остаточная засоренность очищенного зерна возрастает, а расчетные потери полноценного зерна в отходы снижается. Достижение заданного уровня остаточной засоренности в 0,1% увеличивает потери в 2,27 раза при увеличении исходной засоренности от 1% до 2% и еще в 1,21 раза при росте засоренности до 3%. Если регламентировать неизбежные потери полноценного зерна на уровне 2%, то остаточная засоренность очищенного продукта составит 0,05%, 0,13% и 0,17% для исходной засоренности соответственно 1%, 2% и 3%.

Ключевые слова: овсюжный триер, зерно, очистка, качество, длинные примеси, остаточная засоренность, потери.

**RELATIONSHIP BETWEEN THE QUALITY OF TRIER CLEANING OF WHEAT
AND THE CONCENTRATION OF LONG IMPURITY**

¹*Anashkin Alexander*

¹*Tishaninov Nikolay*

¹*FSBSI “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”*

Abstract. It is known that many factors, one of which is the content of the impurity component in the grain mixture, affects the quality indicators of the trimeric cleaning of grain mixtures from long impurities. The previously developed test bench for studying cellular surfaces of cyclic action was used to establish the relationships between the quality indicators of the process of grain cleaning from long impurities with the value of the initial clogging. It was found that with an increase in the initial contamination of the grain mixture from 1% to 2%, the amount of trapped impurity particles in the presence of a full circulating segment increased 4 times. Their number increased by another 26% with an increase in weediness to 3%. It was experimentally established that the residual debris increased 2.33 times with an increase in the initial debris from 1% to 2% and another 1.64 times with an increase in the initial debris to 3%. The residual contamination of refined grain increases with an increase in the length of the process of bench cleaning of grain from long impurities, and the estimated loss of full grain in waste decreases. Achieving a predetermined level of residual debris of 0.1% increases losses by 2.27 times with an increase in initial debris from 1% to 2% and an additional 1.21 times with an increase in debris to 3%. If we regulate the inevitable loss of full grain at the level of 2%, then the residual contamination of the purified product will be 0.05%, 0.13% and 0.17% for the initial contamination, respectively 1%, 2% and 3%.

Keywords: oatmeal trier, grain cleaning, quality, long impurities, residual clogging, losses

Введение. На качество процесса выделения длинных примесей из зерносмесей существенное влияние оказывает множество факторов. Среди них – производительность триера, обуславливающая изменение параметров циркулирующего сегмента зерносмеси по длине ячеистого цилиндра [1-5]. Ее величина определяет наличие и длину свободной ячеистой поверхности, влияет на полноту выделения длинных примесей. Качество триерной очистки зерна также зависит от углового положения выводного лотка [6-7], скоростного режима работы триера [8-9]. Кроме того чистота получаемого зерна зависит от исходной засоренности зерносмеси длинными примесями. В нормативно-технической документации на триерные блоки [10-12] нет регламентов их работы, связанных с качеством процесса очистки, а в литературе отсутствуют исследования по влиянию исходной засоренности на чистоту получаемого продукта, что определяет актуальность выполненных исследований.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились на разработанном нами стендовом оборудовании циклического действия [13-15], рисунок 1.

Рисунок 1 – Стенд для исследований ячеистых поверхностей

Параметры стенда, исследуемые факторы, диапазоны и уровни их варьирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия экспериментов

Наименование параметра	Усл. обозн.	Ед. изм.	Диапазон варьирования	Значения
Диаметр ячеистого цилиндра	d_u	м	—	0,6
Длина ячеистого цилиндра	l_u	м	—	0,35
Скорость вращения цилиндра	n	об/мин	30–45	30; 35; 40; 45
Масса навески	m_n	кг	4,9	4,9
Угловое положение выводного лотка	γ_n	град	10–40	10; 20; 30; 40
Исходная засоренность	z_u	%	1–3	1; 2; 3

В качестве рабочей среды использовалась зерносмесь пшеницы с овсягом. Для обеспечения чистоты эксперимента овсяг был отобран таким образом, чтобы длина всех его частиц превышала диаметр ячеек цилиндра. Средняя длина частиц овсяга составила 12,54 мм.

При исследованиях процесса триерной очистки зерна с помощью указанного стенда масса навески изменялась в диапазоне от 0,6 до 7,7 кг [2, 3]. В серии опытов по установлению взаимосвязи качества триерной очистки пшеницы с концентрацией длинной примеси величина массы навески зафиксирована на уровне 4,9 кг.

Последовательность проведения экспериментов следующая. В ячеистый цилиндр стенда загружалась навеска зерносмеси, затем включался привод. Захваченные ячеистой поверхностью зерновки направлялись в выводной лоток и выгружались из него в сборные емкости, которые сменяли через равные интервалы времени. По окончании опыта навески разбирали вручную на компоненты и определяли показатели качества процесса триерной очистки для каждого интервала времени замеров: интервальная засоренность, остаточная засоренность очищенного зерна на момент времени окончания замеров, степень выделения зерновок основной культуры и примесного компонента, потери основной культуры.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований качества процесса стендовой очистки пшеницы от овсяга при исходной засоренности 1 % нами подробно рассмотрены в работе [3]. Увеличение концентрации примесного компонента до 2 % привело к повышению остаточной засоренности от 0,06 % до 0,138 %, а потери основного компонента сохранились на прежнем уровне относительно результатов при идентичных режимах работы и исходной засоренности в 1 %, рисунок 2.

Рисунок 2 – Качественные показатели процесса при: $m_n=4,9$ кг; $n=35$ об/мин; $\gamma_n=40^\circ$; $z_u=2\%$

Переходное состояние сегмента, когда при уменьшении массы зерносмеси в цилиндре наступает разрушение его сплошности, сместилось по времени на 1 интервал замеров в сравнении с результатами при $Z_{и} = 1\%$.

Остаточная засоренность зерна, выделенного на этот момент составила 0,06 %, расчетные потери основной культуры – 3,37 %. Засоренность Z_i в первых 6-ти интервалах изменялась в пределах 0,02 – 0,06 % (в среднем 0,04), затем существенно увеличивалась и в переходном интервале составила 1,28 %, что в 32 раза больше. Величина Z_i в 15 интервале составила 14,27 %. Степень выделения зерновок основной культуры сохранилась на том же уровне. Общее количество попавших в лоток примесных частиц увеличилось в 2,1 раза, что пропорционально росту исходной концентрации примеси в сегменте. Захват примесных частиц в первых 4-х интервалах времени замеров увеличился в 4 раза относительно предыдущего опыта, рисунок 3.

Рисунок 3 – Степень заполнения ячеек и захват частиц овсяга при: $m_{и}=4,9$ кг;
 $n=35$ об/мин; $\gamma_{и}=40^0$; $Z_{и}=2\%$

Соотношение интервальных захватов примесных частиц ячейками в последних интервалах относительно начальных составляет 2,7, что подтверждает общую закономерность увеличения захвата и выброса примесных компонентов в отводной лоток по мере уменьшения сегмента зерносмеси при его осевом перемещении вдоль ячейистого цилиндра.

Степень заполнения ячеек зерновками основной культуры идентична результатам с засоренностью 1 %, так как увеличение $Z_{и}$ на 1 % не существенно влияет на процесс. Увеличение исходной засоренности зерносмеси до 3 % также не оказало влияния на степень выделения зерновок основной культуры и степень заполнения ячеек зерновками. Они остались на том же уровне относительно опытов, где исходная засоренность зерносмеси составляла 1-2 %. Количество примесных частиц, захваченных и выброшенных на первых 4-х интервалах времени замеров выросло на 26% относительно результатов с исходной засоренностью зерносмеси в 2 %. Это объясняется тем, что на начальном участке циркулирующих слоев больше (12,5 шт.), они в большей степени препятствуют проникновению примесных частиц к ячейистой поверхности. Общее количество примесных частиц, попавших в выводной лоток, увеличилось на 62 %.

На заключительном этапе опыта (8 последних интервалов замеров) количество примесных частиц, попавших в выводной лоток, резко возросло при исходной концентрации примеси в 3 %, что подтверждает предположения многих ученых о захвате свободными ячейками длинных примесных частиц. Средний выброс примесных частиц на последних интервалах времени замеров в 3,4 раза превосходит средний выброс примесных частиц на первых 4-х интервалах времени замеров.

Если принять во внимание, что контрольных интервалов на заключительном этапе опыта вдвое больше, то вклад в остаточную засоренность свободного участка ячейистой поверхности в 6 – 7 раз превышает вклад загруженной поверхности ячейистого цилиндра.

Остаточная засоренность зерна возросла до 0,23 %, рисунок 4, что в 1,6 раза превышает результаты опыта с исходной засоренностью зерносмеси в 2 %.

Рисунок 4 – Показатели качества процесса при: $m_n = 4,9 \text{ кг}$; $n = 35 \text{ об/мин}$; $\gamma_n = 40^\circ$; $3_u = 3\%$

Из рисунка 4 видно, что в 10-ом – переходном интервале остаточная засоренность выделенного зерна составила 0,11 %. Это вдвое превышает среднее значение показателя в первых 5-ти интервалах, а соответствующее соотношение в опытах с исходной засоренностью $3_u = 1\%$ составляло 1,5...2. Величина расчетных технологических потерь составила 2,55 %.

Для принятого условия формирования полноценного сегмента в переходном интервале масса оставшейся зерносмеси на начало интервала должна быть не менее 250 г [2]. При исходной засоренности $3_u = 1\%$ доля овсяга в переходном сегменте не превышает 19 %, изменение числа слоев в сегменте по времени опыта имеет характер, близкий к линейному [3]. С увеличением засоренности до $3_u = 3\%$ содержание овсяга в сегменте на начало переходного интервала составило 56,8 %, в связи с чем, характер кривой изменения числа слоев в сегменте по времени опыта существенно отличается, рисунок 5.

Рисунок 5 – Влияние количества зерносмеси в цилиндре на интервальную засоренность при: $m_n = 4,9 \text{ кг}$; $n = 35 \text{ об/мин}$; $\gamma_n = 40^\circ$; $3_u = 3\%$

Характер изменения числа слоев при $Z_{и} = 3\%$ идентичен соответствующей кривой при $Z_{и} = 1\%$ только до 8-го интервала. На второй половине ячеистого цилиндра интервальная засоренность Z_i составила 0,50 %, что в 10,4 раза больше среднего значения Z_i за первые 6 интервалов. Это соответствует соотношению величин этих показателей в опытах при $Z_{и} = 1\%$. В 10-ом (переходном) интервале $Z_i = 2,74$, что в 57,1 раз больше, чем на загруженных участках. Кроме того, расчетные технологические потери после 8-го интервала составили 4,10 % (рисунок 4), что соответствует величине потерь после переходного интервала в опытах при $Z_{и} = 1\%$. Их значения при $\gamma_{п} = 30 - 400$ находятся в пределах 2,99 – 4,17 %.

Масса зерносмеси в цилиндре, приходящаяся на начало 8-го интервала составляет 460 г, а на конец цилиндра – 344 г. Масса пшеницы (без учета массы овсюга) при этом составляет соответственно 316 г и 201 г, что соответствует массе переходного интервала по [2]. Таким образом, переходный интервал следует определять по массе, оставшейся в цилиндре пшеницы (на рисунке 4 – вертикаль $I'_{п}$), а не зерносмеси (вертикаль $I_{п}$).

Влияние исходного содержания длинных примесей в зерносмеси на качество триерной очистки существенно, рисунок 6.

1, 2, 3 – Остаточная засоренность при исходной засоренности соответственно 1%, 2%, 3%
 1', 2', 3' – Расчетные потери при исходной засоренности соответственно 1%, 2%, 3%

Рисунок 6 – Влияние исходной засоренности на качество процесса при: $m_{и} = 4,9$ кг; $n = 35$ об/мин; $\gamma_{п} = 40^0$; $Z_{и} = 1-3\%$

Из рисунка 6 видно, что существует устойчивая взаимосвязь между двумя важнейшими показателями качества процесса триерной очистки зерносмеси от длинных примесей. При увеличении времени протекания процесса остаточная засоренность очищаемого зерна неуклонно растет за счет многократного увеличения интервальной засоренности. В то же время потери полноценного зерна в отходы неуклонно снижаются за счет более полного его выделения из остатков зерносмеси в цилиндре к концу процесса.

Для принятого уровня остаточной засоренности очищенного зерна 0,1 % расчетные потери полноценного зерна составят около 1 % при исходной засоренности $Z_{и} = 1\%$, 2,27 % – при $Z_{и} = 2\%$, 2,75 % – при $Z_{и} = 3\%$ (рисунок 6).

Если за критерий оценки качества процесса принять ограничение потерь полноценного зерна на уровне 2 %, то в случае исходной засоренности $Z_{и} = 1\%$, остаточная засоренность Z_0 составит 0,05 %, при $Z_{и} = 2\%$ - $Z_0 = 0,13\%$, при $Z_{и} = 3\%$ - $Z_0 = 0,17\%$. Значение показателя возросло в 3,4 раза, но не превышает уровень требований к 1-му сорту.

Заключение. При управлении работой овсюжного триера за счет подбора рациональных режимов работы и настроечных параметров необходимо решать компромиссную задачу по повышению качества получаемого продукта во взаимосвязи с величиной потерь полноценного зерна в отходы. Анализ выявленного компромисса с учетом практики производства и реализации зерновых культур убеждает в необходимости предпочтения значимости показателя остаточной засоренности зерна в сравнении с технологическими потерями. Сортные скидки, назначаемые по показателям качества зерна, составляют десятки процентов от реализационной цены, а технологические потери, которые являются возвратимыми, в исследуемых диапазонах исходной засоренности, режимов работы и настроечных параметров не превышают 2,75 %.

Список литературы

1. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины, теория, расчет, проектирование и испытание – М.: Л.: Сельхозгиз, 1955. – 856 с.
2. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Исследование параметров зернового сегмента в овсюжном триерном цилиндре // Наука в центральной России. – 2019. – № 2 (38). – С. 23-29.
3. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Влияние высоты зернового слоя в овсюжном триере на остаточное содержание длинных примесей // Наука в центральной России. – 2019. – № 4 (40). – С. 19-26.
4. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Модернизация триерного блока // Сельский механизатор. – 2015. – № 11. – С. 14-15.
5. Анашкин А.В. Взаимосвязь параметров зернового слоя в овсюжном цилиндре с подачей зерносмеси / В сборнике: Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства XVIII Международная научно-практическая конференция. – 2015. – С. 96-99.
6. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Управление расходными характеристиками триера положением выводного лотка // Наука в центральной России. – 2018. – № 2 (32). – С. 28-34.
7. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Интенсивность выделения зерновок основной культуры из зерносмеси с длинными примесями // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 3 (47). – С. 74-77.
8. Васильева, О.П. Повышение эффективности разделения зерновой смеси путем оптимизации параметров и режимов работы триера с переменной угловой скоростью вращения цилиндра: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Киров, 2000. – 152 с.
9. Анашкин А.В. Результаты экспериментальных исследований динамики выделения коротких примесей ячеистой поверхностью / В сборнике: Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства XVIII Международная научно-практическая конференция. – 2015. – С. 92-96.
10. Сепараторы триерные серии СТ. Руководство по эксплуатации Воронежсельмаш. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://vselmash.ru/newsite/zo/stacionarnie2/Seporatory+ST/>
11. Приставка триерная ПТ-600. Руководство по эксплуатации. Воронежсельмаш. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://vselmash.ru/images/content/pt600.pdf>
12. Блок триерный БТМ-800-8Б. Описание. Руководство по эксплуатации. Техника-Сервис. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.tese.ru/manual/btm_manual.pdf
13. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Растюшевский К.А. Обоснование параметров стенда для исследования ячеистых поверхностей // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 2. – С. 18-21.
14. Пат. 2647526 Российская Федерация, МПК В 07 В 13/02, А 01 F 12/44. Прибор для выделения примесей из зерносмеси / Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. – № 2017114302; заявл. 24.04.2017; опубл. 16.03.2018, Бюл. № 8.
15. Пат. 2616201 Российская Федерация, МПК В 07 В 13/02. Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. – № 2016108182; заявл. 09.03.2016; опубл. 13.04.2017, Бюл. № 11.

References

1. Letoshnev, M.N. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny, teoriya, raschet, proyektirovaniye i ispytaniye – M.: L.: Sel'khozgiz, 1955. – 856 s.
2. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Issledovaniye parametrov zernovogo segmenta v ovsyuzhnom triyernom tsilindre // Nauka v tsentral'noy Rossii. – 2019. – № 2 (38). – S. 23-29.

3. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Vliyaniye vysoty zernovogo sloya v ovsyuzhnom triyere na ostatochnoye soderzhaniye dlinnykh primesey // *Nauka v tsentral'noy Rossii*. – 2019. – № 4 (40). – S. 19-26.
4. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Modernizatsiya triernogo bloka // *Sel'skiy mekhanizator*. – 2015. – № 11. – S. 14-15.
5. Anashkin A.V. Vzaimosvyaz' parametrov zernovogo sloya v ovsyuzhnom tsilindre s podachey zernosmesi / V sbornike: Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya resursov pri proizvodstve sel'skokhozyaystvennoy produktsii - novyye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya dlya rasteniyevodstva i zhivotnovodstva XVIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – 2015. – S. 96-99.
6. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Upravleniye rashodnymi kharakteristikami triyera polozheniyem vyvodnogo lotka // *Nauka v tsentral'noy Rossii*. – 2018. – № 2 (32). – S. 28-34.
7. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Intensivnost' vydeleniya zernovok osnovnoy kul'tury iz zernosmesi s dlinnymi primesyami // *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya*. – 2019. – № 3 (47). – S. 74-77.
8. Vasil'yeva, O.P. Povysheniye effektivnosti razdeleniya zernovoy smesi putem optimizatsii parametrov i rezhimov raboty triyera s peremennoy uglovoy skorost'yu vrashcheniya tsilindra: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01. – Kirov, 2000. – 152 s.
9. Anashkin A.V. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy dinamiki vydeleniya korotkikh primesey yacheistoy poverkhnost'yu / V sbornike: Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya resursov pri proizvodstve sel'skokhozyaystvennoy produktsii - novyye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya dlya rasteniyevodstva i zhivotnovodstva XVIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – 2015. – S. 92-96.
10. Separatory triernyye serii ST. Rukovodstvo po ekspluatatsii Voronezhsel'mash. [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: <http://vselmash.ru/newsite/zo/stacionarnie2/Separatory+ST/>
11. Pristavka triernaya PT-600. Rukovodstvo po ekspluatatsii. Voronezhsel'mash. [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: <http://vselmash.ru/images/content/pt600.pdf>
12. Blok triernyy BTM-800-8B. Opisanie. Rukovodstvo po ekspluatatsii. Tekhnika-Servis. [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: http://www.tese.ru/manual/btm_manual.pdf
13. Tishaninov N.P., Anashkin A.V., Rastyushevskiy K.A. Obosnovaniye parametrov stenda dlya issledovaniya yacheistyk poverkhnostey // *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. – 2013. – № 2. – S. 18-21.
14. Pat. 2647526 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V 07 V 13/02, A 01 F 12/44. Pribor dlya vydeleniya primesey iz zernosmesi / Tishaninov N.P., Anashkin A.V. – № 2017114302; zayavl. 24.04.2017; opubl. 16.03.2018, Byul. № 8.
15. Pat. 2616201 Rossiyskaya Federatsiya, MPK V 07 V 13/02. Stend dlya ispytaniy yacheistyk poverkhnostey / Tishaninov N.P., Anashkin A.V. – № 2016108182; zayavl. 09.03.2016; opubl. 13.04.2017, Byul. № 11.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Анашкин Александр Витальевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: av-anashkin@mail.ru.

Тишанинов Николай Петрович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vniitinlab5@mail.ru.

Author credentials

Affiliations

Anashkin Alexander – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: av-anashkin@mail.ru.

Tishaninov Nikolai – Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: vniitinlab5@mail.ru.

Поступила в редакцию (Received): 11.05.2020 Принята к публикации (Accepted): 17.06.2020