



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.788.8(045)

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.019



ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В РУКАВАХ

Василий Александрович Марьин¹, Александр Леонидович Верещагин²

^{1, 2} Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Бийск, Россия

¹ tehbiysk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1858-238X>

² val@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6061-7064>

Аннотация. Рассмотрены возможности хранения зерна гречихи с разной влажностью, разным содержанием сорной примеси в полимерных рукавах. Технология хранения зерна в рукавах основывается на хранении без доступа кислорода воздуха. Эта цель достигается процессами дыхания самого зерна и микроорганизмов, вследствие чего происходит превращение кислорода в углекислый газ. Так как воздухообмен с внешней средой закрыт, происходит консервация зерна в среде углекислого газа, который является идеальным натуральным консервантом. В углекислой среде погибает аэробная микрофлора, замедляются реакции окисления, что обеспечивает высококачественное хранение. Показаны факторы, которые накладывают ограничения на использование полимерных рукавов для хранения. К таким ограничениям отнесли использование зерна с влажностью, превышающей требования НД, а также ограничение по времени, связанное с низкой температурой окружающей среды, при которой зерно приобретает минусовые температуры. Анализ образцов зерна, хранившегося в рукавах, позволяет утверждать, что с увеличением влажности при охлаждении зерна менее нуля градусов количество испорченных зерен увеличивается. К испорченным зернам относили те, которые при ГТО темнеют, это зерна с рыхлым (белые) легко разрушающимся ядром при надавливании и зерна со стекловидным эндоспермом. Загнивших, заплесневелых, с ядром коричневого цвета зерен обнаружено не было ни в одном из хранившихся рукавов.

Ключевые слова: зерно гречихи, влажность, полимерный рукав, хранение, изменение качества, температура.

Для цитирования: Марьин В. А., Верещагин А. Л. Исследование температурного режима хранения зерна гречихи в рукавах // Ползуновский вестник. 2024. № 4. С. 126–131. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.019, EDN: <https://elibrary.ru/RNSDSO>.

Original article

INVESTIGATION OF TEMPERATURE REGIME OF BUCKWHEAT GRAIN STORAGE IN SLEEVES

Vasily A. Marin¹, Alexander L. Vereshchagin²

^{1, 2} Biysk Institute of Technology (branch) of the Polzunov Altai State Technical University, Biysk, Russia

¹ tehbiysk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1858-238X>

² val@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0009-0002-6061-7064>

Abstract. The possibilities of storing buckwheat grains with different humidity and different content of weed admixture in polymer sleeves are considered. The technology of grain storage in the hands is based on storage without access to oxygen in the air. This goal is achieved by the process of respiration of the grain itself and microorganisms, as a result of which oxygen is converted into carbon dioxide. Since the air exchange with the external environment is closed, the grain is preserved in an environment of carbon dioxide, which is an ideal natural preservative. Aerobic microflora dies in the carbon dioxide environment, oxidation reactions slow down, which ensures high-quality storage. The factors that impose restrictions on the use of polymer storage hoses are shown. Such restrictions include the use of grain with a humidity exceeding the requirements of the ND, as well as a time limit associated with a low ambient temperature, at which

© Марьин В. А., Верещагин А. Л., 2024

grain acquires subzero temperatures. The analysis of grain samples stored in the sleeves allows us to confirm that with an increase in humidity when the grain is cooled below zero degrees, the number of spoiled grains increases. Spoiled grains included those that darken during GTO, these are grains with a loose (white) easily collapsing core when pressed and grains with a vitreous endosperm. Rotten, moldy, brown-colored kernels were not found in any of the stored sleeves.

Keywords: buckwheat grain, humidity, polymer sleeve, storage, quality change, temperature.

For citation: Maryin, V.A. & Vereshchagin, A.L. (2024). Investigation of temperature regime of buckwheat grain storage in sleeves. *Polzunovskiy vestnik*. (4), 126-131. (In Russ). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.019, EDN: <https://elibrary.ru/RNSDSO>.

ВВЕДЕНИЕ

Хранение зерна в полимерных рукавах является для России относительно новой технологией [1]. Эта технология была разработана за рубежом, однако и у наших производителей зерна стала популярной [2, 3]. Интерес к такой технологии связан недостаточным количеством зернохранилищ. Преимуществом такой технологии хранения является отсутствие капитальных затрат на устройство зернохранилищ, незначительных единоразовых затрат и возможность хранить зерно в любом доступном месте [4, 5]. Размещение рукавов не требуют специальных площадок, они могут быть уложены непосредственно в поле или на территории своего хозяйства на открытых площадках [6, 7].

Полиэтилен, из которого производят рукава для зерна, достаточно плотный, толщина пленки обычно 200–250 мкм. Рукав изготавливают из трехслойного полиэтилена. Внутренний слой черного цвета позволяет сохранять в мешке низкую температуру. Два внешних слоя белые, они отражают солнечные лучи и защищают от ультрафиолета. Такой рукав бесшовный с двумя открытыми концами, морозостойкий.

Плотность наполнения рукава регулируется тормозной системой загрузочной техники. По техническим показателям производитель гарантирует сохранность при растяжении до 10,0 % включительно. Для контроля наполнения и растяжения на рукаве нанесена шкала растяжимости и используется специальная линейка, которая входит в комплект с каждым рукавом.

Плотность наполнения является достаточно важной и влияет не только на наполняемость рукава, но и на сохранность зерна, так как при низкой наполняемости внутри остается большое количество воздуха. Высокая плотность наполнения может привести к повреждению рукава.

Для хранения зерна в рукавах требуется следующая техника: 1) бункер-накопитель (экс-трактор); 2) упаковщик зерна в рукав GB 150, 3) трактор; 4) автомобиль; 5) зернораспаковочная машина ЗРМ-180 [8].

Суть технологии хранения зерна в рукавах заключается в хранении без доступа кислорода

воздуха в анаэробных условиях. Поглощение кислорода воздуха происходит за счет дыхания самого зерна и микроорганизмов, что приводит к снижению массовой доли кислорода и возрастания доли углекислого газа, который является идеальным природным консервантом. Поскольку газообмен с внешней средой закрыт, происходит хранение зерна в инертной среде углекислого газа, при этом все насекомые и вредители погибают уже через 10–20 дней [9].

Полимерные рукава можно использовать для хранения всех видов зерновых, в настоящее время их используют и для хранения кормов, силоса, сенажа, фуража и даже жома сахарной свеклы [10, 11].

Тем не менее, данные сведения в зарубежной и отечественной литературе относительно хранения зерна в контролируемой газовой среде несут, как правило, рекламный характер и касаются, прежде всего, физических параметров, а также финансовых преимуществ их использования [12]. Однако научно обоснованные мнения о сохранности зерна и изменении качества в процессе хранения в литературе отсутствуют. Опыт закладки и хранения зерна гречихи в рукавах в течение трех лет позволяет утверждать, что такое хранение имеет ряд ограничений.

Поэтому актуальным является исследование и изучение вопроса сохранности зерна в рукавах при хранении в послеуборочный период.

Целью настоящей работы является исследование температурного режима хранения зерна гречихи в рукавах в климатических условиях предгорной зоны Алтайского края.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служило рядовое зерно гречихи собранное в предгорной части Алтайского края 2021-2023 годах. Подготовку партий к закладке в рукава формировали по влажности и сорной примеси исходя из технологических возможностей перерабатывающего цеха. По влажности зерно направляли для закладки по рукавам с разницей до 2,0 %, по сорной примеси до 7,0 % и от 7,0 % и выше. Зерно, зараженное вредителями в указанный период для закладки в

рукава, не использовали. Партии зерна, которые по технологическим свойствам было невозможно использовать для переработки в крупу, направляли на сушку или подработку.

Начальная температура перед закладкой зерна в отдельных рукавах могла различаться до 6,0 °C° максимальная температура не превышало 25,0 °C. Последующие измерения температуры показали, что она выравнивается в течении 3-4 недель в зависимости от температуры окружающей среды. Поэтому в дальнейшем этот показатель не учитывался при формировании партии.

Показатели качества зерна, направленного для закладки на хранение в рукава представлены в таблице 1, в качестве сравнения представлены данные требования НД (ГОСТ 19092-2021)

Таблица 1 – Показатели качества зерна, которое было направлено для упаковывания на хранение в рукава

Table 1 – Indicators of the quality of grain, which was sent for packaging for storage in sleeves

Показатель	Отклонение показателей образцов от требований НД
Состояние	нет
Цвет	нет
Запах	нет
Влажность, %	+7,8
Содержание ядра,	
Пленчатость,	–
Сорная примесь, %	+9,6
Зерновая примесь, %	+0,3

НД – нормативные документы

Анализ таблицы позволяет утверждать, что используемое для хранения в рукавах зерно не соответствует по показателям качества нормативным документам, так по основным показателям по влажности разность достигает 7,8 %, по сорной примеси – 9,6 %.

При оценке качества определяли цвет, запах, зараженность вредителями, засоренность и влажность. Испытания проводили в производственных условиях, рукава с зерном хранились на специально подготовленной открытой площадке.

Показатели качества каждого рукава до и после хранения определяли по следующим показателям: влажность согласно ГОСТ 13586.5-2015. Правила приемки и методы отбора проб – ГОСТ 13586.3-2015. Методы определения зараженности вредителями ГОСТ 13586.6-93. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями – ГОСТ 13586.4-83. Методы определения пленчатости – ГОСТ 10843-76. Метод опре-

деления влажности – 13586.5-2015. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей – ГОСТ 30483-97. Методы определения запаха и цвета – ГОСТ 10967-2019. Гречиха Технические условия – ГОСТ 19092-2021.

Измерение температуры внутри рукава определяли термоштангой с цифровым электронным блоком ЭТЦ-2,0, анализ зерна определяли с помощью ручного пробоотборника ПЗМ длиной 1,5 м, и внутренним диаметром 35 мм. Для рукавов длиной 60 м температуру и пробы зерна для анализа отбирали в 8 равноудаленных местах, для рукавов длиной 75 м – в 10 равноудаленных местах в середине рукава на расстоянии от земли 1,0 метр. После замера температуры или взятия проб поврежденные места заклевали скотчем.

В экспериментальной части приведены средние значения показателей. Оценку эффективности работы технологии оценивали по массовой доле целого и дробленого ядра после шелушения. Достоверность полученных результатов подтверждена пятикратной повторностью экспериментов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Загрузку зерна гречихи разной влажности в рукава производили в сентябре–октябре.

Выгрузку первых рукавов с влажностью 19,0 % и более осуществляли в конце декабря. В течение всего времени хранения контролировали температуру зерна и качественные показатели.

Изменение средней температуры из восьми точек в течение срока хранения зерна разной влажности в рукавах представлено на рисунке 1.

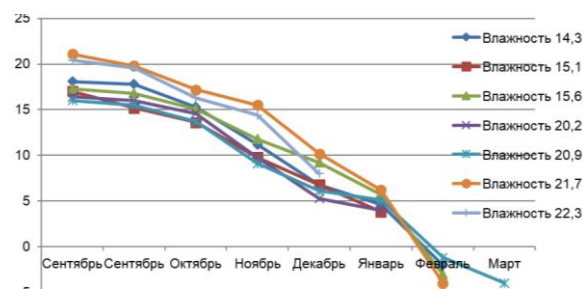


Рисунок 1 – Влияние влажности зерна на изменение температуры зерна гречихи при хранении его в рукавах

Figure 1 – The effect of grain moisture on the temperature change of buckwheat grain when storing it in sleeves

Анализ рисунка 1 позволяет утверждать, что изменение температуры в рукавах в течение хранения зависит не только от влажно-

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В РУКАВАХ

сти заложенного зерна, но и от его температуры в момент его закладки. Охлаждение же зерна до минусовых температур может приводить к его порче. Проведенные ранее исследования с зерном, хранившимся в валках под снегом на поле при минусовых температурах, показали ухудшение его качества, что привело к появлению испорченных зерен [13].

Анализ результатов исследования проб продуктов после хранения показал, что важным фактором является правильная плотность укладки и тщательная герметизация рукава, отсутствие повреждений птицами и грызунами в процессе хранения. Для решения данной проблемы использовали специальные отпугиватели птиц и комплекс мер по уничтожению грызунов, в том числе ядохимикаты, капканы и мышеловки.

Опыт загрузки зерна в рукава показал, что влажное зерно менее плотно укладывается в рукав, поэтому в таких рукавах температура падает более медленно, возможно, вследствие более длительного процесса выработки кислорода зерном.

При появлении в феврале сильного падения температуры в рукавах было принято решение определить температуру в разрезе рукава по его толщине сверху вниз. Результаты измерения разных силосов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение температуры зерна в разных рукавах в разрезе по толщине

Table 2 – Grain temperature change in different sleeves by thickness

Месяц контроля	Температура, °С зерна гречихи на разной высоте рукава от земли					
	0,25 м	0,50 м	0,75 м	1,0 м	1,25 м	1,5 м
Февраль	-8,3	-9,8	-9,6	-7,1	-4,7	-2,9
Февраль	-7,8	-8,8	7,6	-5,7	-2,8	0
Февраль	-6,5	-7,7	7,6	-5,0	-2,8	0
Февраль	-0,9	-2,8	-3,7	3,3	2,3	0,4
Февраль	-0,7	-0,9	-3,4	-3,7	-2,7	-0,8
Март	-0,5	-0,6	-1,4	-2,4	-1,1	-0,4
Март	-0,6	0,0	-0,9	-1,2	-0,8	0,2
Март	-0,7	-0,2	-0,8	-0,4	-0,2	0,2
Март	0,2	-0,3	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1

Анализ таблицы 2 позволяет утверждать, что в процессе хранения произошло переохлаждение, температура зерна по всему объему рукава достигло отрицательных значений. Действие отрицательных температур ухудшает качественные показатели зерна особенно влажного и сырого.

С целью оценки изменений качественных показателей определяли содержание испорченных зерен до и после хранения для зерна с различной влажностью и содержанием сорной примеси.

Контроль температуры при влажности, соответствующей НД проводили 1 раз в две недели, зерна с более высокой влажностью 1 раз в неделю. Результаты представлены в таблице 3, где указаны: период хранения время нахождения зерна в рукавах, температура начальная (средняя температура зерна в момент закладки), конечная (средняя в момент выгрузки из рукава), сор (среднее содержание сора), доля испорченных зерен до (в момент закладки зерна), после (при выгрузке).

Контроль качества зерна гречихи в рукавах, температуру и сохранность при влажности, соответствующей НД, проводили один раз в две недели, зерна с более высокой влажностью – один раз в неделю, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества зерна в рукавах с разной влажностью до и после хранения

Table 3 – Grain quality indicators in sleeves with different humidity before and after storage

Опыт	Срок хранения, месяцев	Температура хранения, °С начальная/конечная	Влажность, %	Доля испорченных зерен до и после разгрузки, %
1	3	17,6/+6	14,4	0,0/0,0
	5	16,8/+3	14,9	0,0/0,0
	5	18,1/-2	14,3	0,0/0,0
	6	13,9/-4	14,8	0,0/0,32
2	3	15,6/+2	15,3	0,0/0,0
	4	17,0/+4	15,1	0,0/0,0
	5	17,3/-3	15,6	0,0/0,20
	6	18,2/-3	15,0	0,0/0,28
3	3	16,4/+4	20,2	0,0/0,0
	4	17,2/+2	20,6	0,0/0,50
	5	16,0/-3	20,9	0,0/0,86
	6	18,5/-4	20,6	0,0/1,20
4	3	20,4/+8	22,3	0,0/0,0
	4	18,1/+2	21,6	0,0/0,48
	5	21,1/-2	21,7	0,0/0,96
	6	16,9/-5	21,9	0,0/1,82

Как следует из таблицы 3, зерно хранилось в рукавах от 3 до 6 месяцев. Выгрузка зерна осуществлялась исходя из потребностей и изменений качественных показателей. Исследования зерна показало, что температура зерна в процессе хранения является определяющим фактором, влияющим на качества зерна. Так чем выше температура зерна при выгрузке зерна, тем меньше изменение его качественных показателей, а именно содержание испорченных зерен. В процессе исследования было выявлено, что отрицательные температуры негативно влияют на все исследуемые партии зерна с влажностью от 13,9 до 21,1%,

поэтому переохлаждение зерна является нежелательным. Так же было выявлено, что с увеличением влажности количество испорченных зерен при переработке зерна с использованием ГТО увеличивается.

Необходимо отметить, что в процессе исследования зерна не было обнаружено загнивших, заплесневелых, с ядром коричневого цвета зерен ни в одном из исследованных рукавов. К испорченным относили рыхлые (белые) легко разрушающиеся при надавливании, стекловидные зерна. На рисунке 2 представлены фотографии типичных испорченных зерен, в качестве сравнения на рисунке 2 представлены фотографии нормального зерна, отличающиеся целостностью ядра и прочной структурой.

Таким образом, анализ зерна гречихи показал, что при его исследовании после хранения были выявлены изменения качественных показателей, а именно появление рыхлых зерен.

Было выявлено, что такие зерна появляются, только после переохлаждения зерна ниже 0°C , причем интенсивность появления таких зерен связана с влажностью хранящегося зерна. Механизм появления таких зерен схож с появлением таких зерен в зерне «весеннего урожая» и был исследован в работе [14], где показано, что охлаждение зерна гречихи до отрицательной температуры мо-

жет приводить к кристаллизации воды и разрушению структуры ядра (о чем свидетельствует снижение плотности зерна «весеннего» урожая).

Как следует из таблицы 3, с увеличением влажности от 14,3 % до 21,9 % количество испорченных зерен выросло от 0 до 1,82 %.

К испорченным зернам были отнесены зерна с белым эндоспермом, которые при переработке зерна в крупу не влияют на качество вырабатываемой продукции, так как при шелушении они разрушаются и представляют собой муку, которая отбирается в отходы.

Для характеристики качества зерна после хранения в рукавах определяли КЧЖ (кислотное число жира). Результаты показали, что при изменении влажности хранящегося зерна от 13,5 % до 15,3 % КЧЖ возрастало от 9,5 мг КОН/г до 11,9 мг КОН/г, что не противоречит ранее проведенным исследованиям [15]. Зерно по своим показателям сравнимо с нормальным зерном гречихи, что позволяет использовать его для производства крупы. Однако необходимо отметить, что в данной статье рассматривается только процесс переохлаждения зерна. Процесс размораживания зерна не исследовался, так как рукава были распакованы до начала нагревания зерна в весенне-летний период.



Рисунок 2 – Зерна гречихи, хранившиеся в рукавах, отнесенные к испорченным зернам

Figure 2 – Buckwheat grains stored in sleeves classified as spoiled grains

Таким образом, использование полимерных рукавов для хранения зерна в осенне-зимний период в течение 3-6 месяцев показало, что температура и влажность зерна в рукавах являются главными факторами, влияющим на качества зерна. Было установлено:

- что в процессе хранения зерно охлаждается до отрицательных температур;
- появление рыхлых легко разрушающихся, стекловидных зерен;
- с увеличением влажности хранящегося зерна доля рыхлых (испорченных) зерен увеличивается;
- для исключения появления рыхлых зерен необходимо распаковывать рукава до момента охлаждения зерна до отрицательных температур;
- для сохранения качественных показателей целесообразно закладывать на хранение партии зерна с влажностью до 14,5 %;
- загнивших и заплесневелых зерен в процессе хранения не выявлено;
- за изученный период хранения кислотное число жира зерна гречихи не превысило 11,9 мг КОН/г;
- для сохранения качественных показателей в процессе хранения использование полимерных рукавов целесообразно до момента охлаждения зерна гречихи до отрицательных температур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опыт хранения зерна пшеницы в рукавах на ХПП Акмолинской области / Г.А. Лоскутова, А.А. Шунеева, О.В. Кольтюгина // Вестник Алтайской науки. 2015. № 1(23). С. 425–428.
2. Андреева Е.В. Анаэробное хранение свежеубранного фуражного зерна в условиях северо-запада // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2011. № 1. С. 253.
3. Повышение качества хранения кормов и сельскохозяйственной продукции в герметичных рукавах / Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк, А.Д. Чернышев, А.И. Мартышов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15. № 4. С. 152–157.
4. Оценка вариантов технологий механизированного хранения зерна в сибире / Г.Ф. Бахарев, Л.И. Дролова, В.А. Сеницын // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (176). С. 138–142.
5. Вартанова М.Л. Применение современных технологий в сельском хозяйстве как средство увеличения производительности и минимизации потерь в условиях импортозамещения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2018. Т. 26. № 4. С. 585–597.
6. Караблин А.О., Тымчук С.В. Формирование инновационного подхода в сфере распределения ресурсов организации (на примере технологии поли-

мерных рукавов) // Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2016. № 6–1. С. 68–71.

7. Кирпа Н.Я. Научные принципы и промышленные технологии хранения зерновых масс // Зерновые продукты и комбикорма. 2013. Т. 51. № 3. С. 11–16.

8. Обзор существующих автоматизированных систем для хранения зерна / Т.Ю. Никонова, Г.С. Жетесова, О.М. Жаркевич, А.А. Калинин, Л.И. Дайч, М.М. Баймульдин // Труды университета. 2020. № 3 (80). С. 148–152.

9. Влияние состава газовой среды на качественные и физико-химические показатели комбикорма / А.Д. Чернышев, М.Ю. Костенко, И.А. Мурог [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 189. С. 164–173.

10. Vliyaniye sostava gazovoy sredy na kachestvennyye fiziko-himicheskiye pokazately kombikorma / A.D. Chernyshev, M.YU. Kostenko, I.A. Murog [i dr.] // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 189. S. 164–173. DOI: 10.21515/1990-4665-189-018. EDN RLEGQN.

11. Шонтуков Б.З., Бекулов Х.М. Новая технология-хранение с/х кормов в полимерных рукавах // Экономика и социум. 2017. № 1–2 (32). С. 1030–1035.

12. Экономическое обоснование направлений инновационного развития технико-технологической базы производства и хранения продукции растениеводства / А.Р. Сайфетдинов, М.Е. Трубилин, Г.Г. Благодарный // Colloquium-Journal. 2018. № 8–5 (19). С. 59–62.

13. Влияние температуры обработки на минеральный состав зерна гречихи, перезимовавшей под снегом / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Р.В. Ащеулов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 31–37.

14. Марьин В.А., Верещагин А.Л. Изменение кислотного числа жира гречневой крупы ядрица в период гарантированного срока хранения. // Хлебопродукты. 2015. № 7. С. 54–56.

Информация об авторах

В. А. Марьин – к.т.н., доцент кафедры химической технологии энергонасыщенных материалов и изделий, Бийский технологический институт (филиал) АлтГТУ.

А. Л. Верещагин – д.х.н., профессор кафедры химической технологии энергонасыщенных материалов и изделий, Бийский технологический институт (филиал) АлтГТУ.

Information about the authors

V.A. Maryin - Ph.D., Associate Professor of the Department of Chemical Technology of Energy-saturated Materials and Products, Biysk Institute of Technology (branch) AltSTU.

A.L. Vereshchagin - Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Chemical Technology of Energy-saturated Materials and Products, Biysk Institute of Technology (fili-al) AltSTU.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16 января 2024; одобрена после рецензирования 20 ноября 2024; принята к публикации 04 декабря 2024.

The article was received by the editorial board on 16 Jan 2024; approved after editing on 20 Nov 2024; accepted for publication on 04 Dec 2024.