

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 665.765

doi: 10.30987/2782-5957-2025-11-71-78

РАЗРАБОТКА НОВОЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ СМАЗКИ ДЛЯ ОПАЛУБКИ

Александр Сергеевич Шашиев^{1✉}, Семен Михайлович Пилюгин², Тимур Илдарович
Гильманов³, Кирилл Алексеевич Абрамов⁴

^{1,2,3,4} «Хозрасчётный творческий центр Уфимского авиационного института», Уфа, Россия

^{3,4} ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Уфа, Россия

^{1,2,3,4} rosoil@rosoil.ru

Аннотация

Представлены результаты разработки и лабораторных испытаний новой разделительной смазки, для облегчения распалубки бетона и улучшения качества его поверхности. Установлено влияния различных масел и концентрации функциональных добавок на качество поверхности отливок и силу отрыва от поверхности опалубки. Эффективность разделительной смазки определяли по качеству бетонной поверхности, состоянию дна и стенок опалубки после извлечения бетона, физико-химическим свойствам и по силе отрыва смазанной

пластины от поверхности бетона. Также при разработке новой композиции разделительной смазки оценивали органолептическим способом запах в сравнении с известными разделительными смазками. Результаты проведенных лабораторных и опытно-промышленных испытаний показали, что разработанная разделительная смазка «Росойл-ЖБИ» обеспечивающая поверхность бетона на уровне А1 по ГОСТ 13015.0-83.

Ключевые слова: бетон, опалубка, разделительная смазка, сила отрыва.

Ссылка для цитирования:

Шашиев А.С. Разработка новой разделительной смазки для опалубки / А.С. Шашиев, С.М. Пилюгин, Т.И. Гильманов, К.А. Абрамов // Транспортное машиностроение. – 2025. – № 11. – С. 71-78. doi: 10.30987/2782-5957-2025-11-71-78.

Original article

Open Access Article

DEVELOPMENT OF A NEW RELEASE LUBRICANT FOR FORMWORK

Aleksandr Sergeevich Shashiev^{1✉}, Semyon Mikhailovich Pilyugin², Timur Ildarovich
Gilmanov³, Kirill Alekseevich Abramov⁴

^{1,2,3,4} Self-supporting Creative Center of Ufa Aviation Institute, Ufa, Russia

^{3,4} Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

^{1,2,3,4} rosoil@rosoil.ru

Abstract

The results of the development and laboratory tests of a new release lubricant are presented to facilitate the removal of concrete form and improve its surface quality. The influence of various oils and concentrations of functional additives on the surface quality of castings and the static friction from the formwork surface are found. The effectiveness of the release lubricant is determined by the quality of the concrete surface, the condition of formwork bottom and walls after concrete removal, by the physicochemical properties,

and the static friction of the lubricated plate from the concrete surface. Also, during the development of a new release lubricant composition, the odor was evaluated organoleptically in comparison with the known release lubricants. The results of laboratory and pilot tests have shown that the developed release lubricant Rosoil-ZHBI provides a concrete surface at A1 level according to GOST 13015.0-83.

Keywords: concrete, formwork, release lubricant, static friction.

Введение

За последние 10 лет количество введенных в эксплуатацию зданий и сооружений в России выросло в два с лишним раза [1]. Более половины из них построено по технологии монолитного домостроения – с применением разборных опалубок. Такой метод имеет ряд преимуществ перед каркасным, в особенности он быстрее, проще и дешевле. Однако для эффективного использования опалубки и повышения качества поверхности бетона необходима специальная смазка для облегчения процесса распалубки, а также для сохранения высокого качества готовой бетонной поверхности. Они уменьшают силы адгезии между бетонной поверхностью и материалом опалубки. В качестве смазок применяются минеральные масла с различными присадками и растительные масла, а также водные эмульсии этих масел [2-4].

На сегодняшний день в стране имеется большой ассортимент эмульсионных (смешиваемых с водой) смазочных материалов, однако им свойственны определенные минусы. Сама необходимость разведения влияет на срок строительства, также наличие воды неизбежно приводит к коррозии металлической опалубки и невозможности работы со смазкой при низ-

ких температурах без постоянного подогрева [2].

На российском рынке ассортимент масляных смазочных материалов, сразу готовых к нанесению, представлен в основном зарубежной продукцией либо смазками на основе дешевых нефтепродуктов, которые замерзают при низких температурах и непригодны для нанесения распылением. Довольно часто применяются отработанные масла ввиду их невысокой стоимости. Однако в отработанных маслах как правило присутствуют полициклические ароматические углеводороды и тяжелые металлы делают их применение экологически не безопасным. Также данные продукты имеют неприятный запах, оставляют масляные пятна на поверхности бетона.

Поиск новых смазочных композиций для металлических опалубок, которые не нуждаются в разведении водой, обеспечивают качество бетонной поверхности не ниже А1 по ГОСТ 13015.0-83 [5], сохраняющие рабочие свойства при низких температурах, наносимые распылением и экологически безопасны является актуальной задачей.

Материалы и методы исследования

В данной работе для заливки бетона использовались две металлические (из стали 45) разборные опалубки с размерами заполняемой части 100x100x45 мм и шероховатостью поверхности Ra 0,63 (рис. 1). Перед каждым испытанием дно опалубки и стенки протирали тканью от бетонной пыли и крошки, следы ржавчины зачищали наждачной бумагой, поверхность обезжиривали нефрасом 80/120 и этиловым спиртом.

Смазку тонким слоем распределяли по опалубке кистью. Толщину слоя контролировали визуально – так, чтобы не было заметных наплывов или скоплений смазки в углах опалубки.

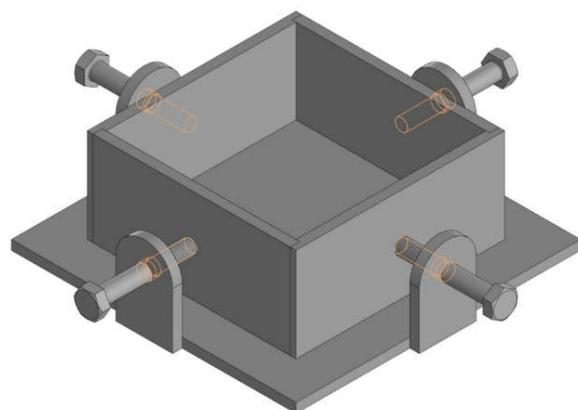


Рис. 1. Конструкция опалубки
Fig. 1. Formwork construction

Для получения бетона использовали готовую песчано-цементная смесь (далее – ПЦС) от производителя *AXTON* марки *M-300*. Бетон замешивали на водопроводной воде в соотношении 250 мл на 1,5 кг ПЦС, в емкости для заполнения двух опалубок.

Бетон в опалубку укладывали строительным шпателем. Для равномерного распределения бетона по опалубке использовали вибростол с мощностью электродвигателя 300 Вт.

Для оценки адгезии бетона к металлической опалубке, как правило, определяют силу отрыва металлического образца с нанесенной смазкой от поверхности бетона [6-8]. В данной работе для испытания на силу отрыва бетона от опалубки использовали методику, описанную в работе [8]. После вибрации (в течение 1,5 минут) на опалубку сверху укладывали смазанную пластину из стали 45 размером 90x90мм и толщиной 1,5 мм. К пластине, с одной стороны, приваривали шпильку, с помощью которой далее отрывали пластину от поверхности бетона и фиксировали силу отрыва.

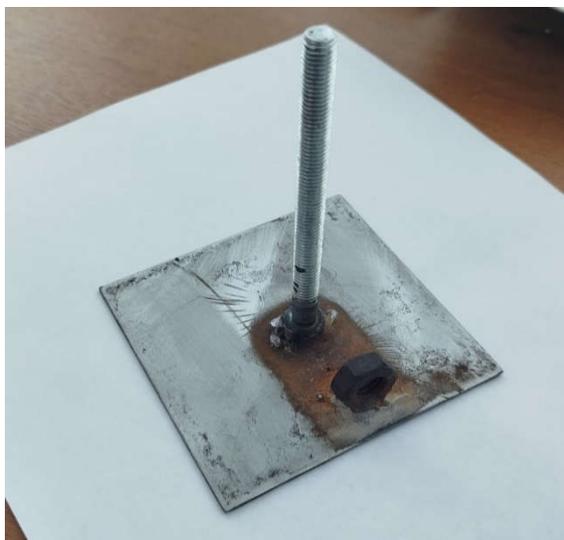


Рис. 2. Внешний вид пластины для испытания на отрыв

Fig. 2. Appearance of the tear-off test plate

Время застывания бетона происходило в течении 48 часов при комнатной (22...24 С°) температуре. После того, как бетон затвердел, опалубку устанавливали на разрывную машину ИР-5047-50, производства «Точприбор», г. Иваново. Опалубка с затвердевшим бетоном устанавлива-

лась на траверсе разрывной машины и фиксировалась винтами (рис. 3). Смазанную пластину (рис. 2) отрывали от поверхности бетона и регистрировали силу отрыва.



Рис.3. Испытание на силу отрыва

Fig.3. Tearing force test

Для сравнительной оценки эффективности разрабатываемой смазочной композиции по отношению к применяемым, были выбраны смазки:

- «Росойл-ЭКС» – отечественная эмульсионная (смешиваемая с водой) смазка;
- смазка 1- импортная масляная смазка;
- смазка 2- отечественная масляная смазка.

Эффективность разделительной смазки определяли по качеству бетонной поверхности, состоянию дна и стенок опалубки после извлечения бетона. Критериями служили: наличие пор, масляных пятен, неровностей на поверхности бетона, ржавчина, трудноудаляемый налет на опалубке. По силе отрыва смазанной пластины от поверхности бетона оценивали адгезионные свойства смазки к бетону, выраженные в ньютонах. Кроме этого, оценивали физико-химические характеристики исследуемых смазочных материалов и органолептическим способом (по ГОСТ ISO 5496-2014) запах каждой смазочной композиции.

Результаты и обсуждение

Прежде чем приступить к разработке смазочного материала, необходимо определиться с требованиями к его физико-химическим характеристикам. Опыт применения таких смазок показывает, что вязкость должна находиться в диапазоне от 5 до 20 мм²/с при 40°C [3]. Такие значения вязкости позволяют наносить смазку распылением. Высоковязкая смазка затрудняет нанесение ее через форсунку распылителя, а смазка со слишком низкой вязкостью будет стекать со стенок опалубки на дно последней. В результате на стенках разделительная пленка будет недостаточной толщины, а на дне будет избыток смазки, что приведет к появлению на поверхности бетона масляных пятен и пор.

Важной характеристикой будет температура застывания. В современном строительстве смазка должна иметь возможность использоваться на открытом воздухе при минусовых температурах. Глядя на характеристики зарубежных разделительных смазок, мы решили, что температура застывания разрабатываемой смазки должна быть не выше минус 40°C.

Наконец, температура вспышки должна быть не менее 130 °С для обеспечения пожаробезопасности при ее применении в строительстве.

Основные физико-химические характеристики масел, рассматриваемых в качестве основы для смазки, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические характеристики масел

Table 1

Physicochemical characteristics of oils

Масло	Вязкость при 40°C, мм ² /с по ГОСТ 33	Температура застывания, °С по ГОСТ 20287 метод Б	Температура вспышки, °С по ГОСТ 4333
И-12	17	-15	170
И-20	30	-15	180
МГ-8	8	-42	135
АУ	19,2	-45	173

Как видно из табл. 1, в качестве основы нам подходят только масла МГ-8 и АУ. Масла И-12 и И-20 обладают недостаточно низкой температурой застывания, при этом И-20 имеет слишком высокую вязкость.

Чистые масла, вследствие низкой полярности входящих в их состав углеводов не могут обеспечить на поверхностях строительных форм эффективной разделяющей пленки, что видно из рис. 4. На рисунке видны отдельные участки с сильной адгезией бетона к опалубке.

В лабораториях ХТЦ УАИ разработана композиция присадок для улучшения разделяющих свойств смазки для опалубки (добавка 1 и добавка 2).

Добавка 1 нетоксична и не имеет неприятного запаха и за счет наличия в её составе производных жиров и ненасыщенных углеводов, обладает высокой полярностью и позволяет формировать

надежную разделительную пленку на опалубке.

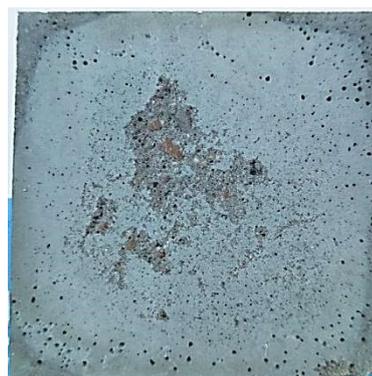


Рис. 4. Внешний вид бетона после применения масла АУ без добавок в качестве разделительной смазки

Fig. 4. The appearance of concrete after using unadulterated AU oil as a release agent

Проведенные испытания показали, что оптимальная концентрация добавки № 1 в смазке – от 8 % до 12 %. В этих пределах она обеспечивает гладкую поверх-

ность бетона и его легкое отделение от поверхности опалубки. При превышении этой концентрации поверхность бетона становится шершавой и маслянистой, а при понижении разделительный эффект ослабевает и бетон начинает прилипать к металлу. Однако данная добавка не решает другой важной проблемы – образование пор (рис. 5).

С одной стороны, эфиры жирных кислот в ее составе создают плотную разделительную пленку, что обеспечивает гладкую поверхность бетона. С другой, плотная пленка затрудняет выход воздуха, который непременно будет зажат между бетоном и опалубкой в процессе вибрации.

Для решения этой проблемы использовали добавку № 2 в небольшой концентрации. Она является хорошим эмульгатором и ингибитором коррозии и применение которой позволяет упростить выход заземленного воздуха из разделительной пленки.

Испытания показали, что оптимальной концентрацией добавки № 2 в смазке является 3 %. При превышении значения в

5 % эмульгирующая способность снижается, а на бетоне появляются масляные пятна [8-10].



Рис. 5. Внешний вид бетона после добавления в масло АУ добавки №1 в концентрации 10%. Поверхность бетона гладкая и легко отделяется от опалубки, но видно большое количество пор из-за заземленного воздуха

Fig. 5. The appearance of concrete after adding additive No. 1 to the oil at a concentration of 10%. The surface of the concrete is smooth and easily separates from the formwork, but there are many pores due to trapped air



Рис.6. Сравнение смазок на основе разных масел
Fig.6. Comparison of lubricants based on different oils

Из рис. 6 видно, что смазка на основе масла АУ лучше справляется с заземленным воздухом по сравнению со смазкой на масле Мг-8. Новой смазке дано временное наименование «Росойл-ЖБИ». Физико-химические, адгезионные и органолептические характеристики новой смазки в сравнении с аналогами (смазка 1, смазка 2)

и эмульсионной смазкой «Росойл-ЭКС» представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, показатели вязкости, температуры застывания и запах у новой смазки «Росойл-ЖБИ» предпочтительнее по сравнению с эмульсионной «Росойл-ЭКС», и удовлетворяют заранее поставленным условиям.

Физико-химические, адгезионные и органолептические
характеристики разделительных смазок

Table 2

Physicochemical, adhesive and organoleptic characteristics of release lubricants

Смазка	Вязкость при 40°C, мм ² /с по ГОСТ 33	Температура застывания, °С по ГОСТ 20287 метод Б	Температура вспышки, °С по ГОСТ 4333	Сила отрыва бетона от опалубки, Н	Запах, органолептический метод, по ГОСТ ISO 5496-2014
«Росойл-ЖБИ»	18,6	-45	160	23,7	Запах минерального масла
«Росойл-ЭКС»	43,4	-30	190	19,5	Резкий раздражающий запах
Смазка 1	12,6	-41	180	27,7	Запах минерального масла
Смазка 2	22,4	-20	160	47,8	Запах минерального масла

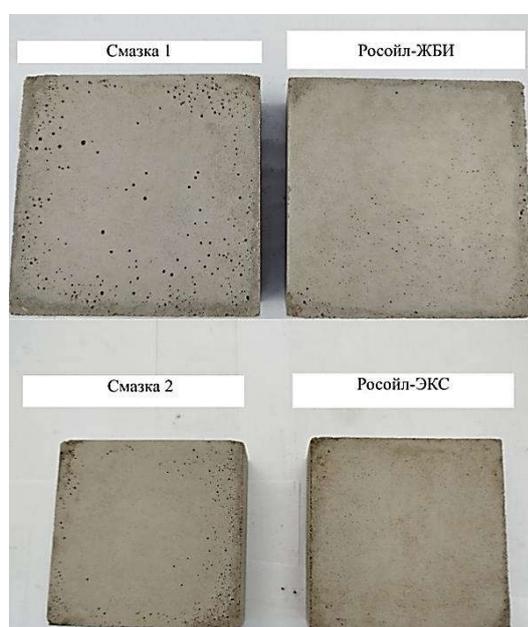


Рис. 7. Результаты испытаний четырех разделительных смазок.

Fig. 7. Test results for four separation lubricants

При этом новая смазка, хоть и имеет большую силу отрыва по сравнению с «Росойл-ЭКС», все же превосходит в этом показателе выбранные аналоги. В целом, с учетом всех полученных результатов можно сказать, что новая смазка «Росойл-ЖБИ» по многим параметрам предпочтительней ее импортным и отечественным аналогам, удобна в применении, обеспечивает поверхность бетона на уровне А1 по ГОСТ 13015.0-83.

Выводы

1. Разработан опытный образец разделительной смазки «Росойл-ЖБИ» обес-



Рис. 8. Опалубка, используемая для проведения промышленных испытаний.

Fig. 8. Formwork used for industrial testing

Результаты испытаний на опалубках показали, что новая смазка «Росойл-ЖБИ» обеспечивает лучшее состояние поверхности бетона по сравнению с ее аналогами.

Опытно-промышленные испытания проводили на АО «Благовещенский завод МЖБК».

Испытания показали, что разработанная разделительная смазка «Росойл-ЖБИ» обеспечивает качество бетонной поверхности на уровне Смазки №1

печивающая поверхность бетона на уровне А1 по ГОСТ 13015.0-83.

2. Опытнo-промышленные испытания показали, что разработанная разделительная смазка «Росойл-ЖБИ» обеспе-

чивает требуемое качество поверхности бетона.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт федеральной службы государственной статистики РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 20.05.2024);
2. Официальный сайт компании ПромСтройКонтракт. Эмульсол – Смазка для опалубки. Основные виды. [Электронный ресурс]. URL: <https://psk-holding.ru/about/stati/emulsol-smazka-dlya-opalubki/> (дата обращения: 21.05.2024);
3. Шатов А.Н. Смазки для форм и опалубки: правильный выбор для повышения конкурентоспособности в строительстве Технологии бетонов. № 9, 2013, С. 12-15.
4. Бурсов Н.Г., Вориводская Н.В., Димитриади Н.П., Ивашко Л.И., Обухов А.Е. Проблемы и достижения технологии приготовления и применения разделительных смазок для использования в производстве бетонных и железобетонных конструкций. Инновации в бетоноведении, строительном производстве и подготовке инженерных кадров: сборник статей по материалам Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения И.Н. Ахвердова и С.С. Атаева, Минск, 9–10 июня 2016 г. : в 2 ч. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: Э. И. Батыновский, В. В. Бабицкий. – Минск, 2016. – Ч. 1. - С. 54-59.
5. ГОСТ 13015.0-83 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования: государственный стан-

- дарт Союза ССР : дата введения 1984-01-01. – 13 с.
6. Галиакбаров А. Р., Рахимов М. Н., Баулин О. А. Разработка разделительной смазки для форм бетонных изделий. Башкирский химический журнал. 2010. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-razdelitelnoy-smazki-dlya-form-betonnyh-izdeliy> (дата обращения: 10.07.2024).
7. Хамзин И.Р. Разделительная смазка для опалубки на основе рапсового масла. Вопросы науки и образования. 2018. № 6 (18). С. 7.
8. Галиакбаров А.Р. Разработка разделительных смазок для форм бетонных изделий: автореф. дисс. ... канд. техн. наук/ А.Р. Галиакбаров; УГНТУ, Уфа, 2011. 58 с.
9. Абрамов А.Н., Тюленев Д.Г., Шолом В.Ю., Пузырьков Д.Ф. Комплекс методов испытаний смазочных материалов, применяемых в процессах металлообработки. XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник трудов в 4 томах. Т.4: Материалы симпозиумов. Уфа: РИЦ БашГУ, 2019. с.425-427.
10. Белов И.Б., Шолом В.Ю., Абрамов А.Н. Смазочные материалы «РОСОЙЛ». XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник трудов в 4 томах. Т.4: Материалы симпозиумов. Уфа: РИЦ БашГУ, 2019. С.437-439.

REFERENCES

1. Federal State Statistics Service of the Russian Federation [Internet]. 2024 [cited 2024 May 20]. Available from: <http://www.gks.ru>
2. PromStroyKontakt Company. Lubricant for formwork. Main types. [Internet]. 2024 [cited 2024 May 21]. Available from: <https://psk-holding.ru/about/stati/emulsol-smazka-dlya-opalubki>
3. Shatov AN. Lubricants for molds and formwork: the right choice to increase competitiveness in construction. Concrete Technologies. 2013;9:12-15.
4. Bursov NG, Vorivodskaya NV, Dimitriadi NP, Ivashko LI, Obukhov AE. Problems and achievements of technology for the preparation and application of release lubricants for use in the production of concrete and reinforced concrete structures. Collection of Papers Based on the Materials of the International Scientific and Technical Conference Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of Akhverdov IN and Ataev SS, June 9-10, 2016: Innovations in Concrete Science, Construction Pro-

- duction and Engineering Personnel Training; Belarusian National Technical University. Minsk; 2016.
5. GOST 13015.0-83 Prefabricated concrete and reinforced concrete constructions and products. General technical requirements. Moscow: Izdatelstvo Standartov; 1984.
6. Galiakbarov AR, Rakhimov MN, Baulin OA. Development of release lubricant for concrete product molds. Bashkir Chemical Journal [Internet]. 2010;2 [cited 2024 Jul 10]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-razdelitelnoy-smazki-dlya-form-betonnyh-izdeliy>.
7. Khamzin IR. Release lubricant for formwork based on rapeseed oil. Issues of Science and Education. 2018; 6(18):7.
8. Galiakbarov AR. Development of release lubricants for forms of concrete products [abstract of dissertation]. [Ufa (RF)]; Ufa State Petroleum Technological University; 2011.
9. Abramov AN, Tyulenev DG, Sholom VYu, Puzyrkov DF. A set of test methods for lubricants

used in metalworking processes. Proceedings of the XII All-Russian Congress on Fundamental Problems of Theoretical and Applied Mechanics. Ufa: RIC BASHGU; 2019.

10. Belov IB, Sholom VYu, Abramov AN. Lubricants of ROSOIL. Proceedings of the XII All-Russian Congress on Fundamental Problems of Theoretical and Applied Mechanics. Ufa: RIC BASHGU; 2019.

Информация об авторах:

Шашиев Александр Сергеевич – инженер-исследователь ООО «Хозрасчётный творческий центр Уфимского авиационного института», тел. 8 (347) 272-47-88.

Пилюгин Семен Михайлович – научный сотрудник ООО «Хозрасчётный творческий центр Уфимского авиационного института», тел. 8 (347) 272-47-88.

Shashiev Aleksandr Sergeevich – Research Engineer at Self-supporting Creative Center of Ufa Aviation Institute, phone: 8 (347) 272-47-88.

Pilyugin Semyon Mikhailovich – Research Assistant at Self-supporting Creative Center of Ufa Aviation Institute, phone: 8 (347) 272-47-88.

Gilmanov Timur Ildarovich – Postgraduate Student at Ufa University of Science and Technology, Research

Гильманов Тимур Илдарович – аспирант Уфимского университета науки и технологий (УУНиТ), инженер-исследователь ООО «ХТЦ УАИ», тел. +7 (347) 272-4788.

Абрамов Кирилл Алексеевич – аспирант Уфимского университета науки и технологий (УУНиТ), инженер-исследователь ООО «Хозрасчётный творческий центр Уфимского авиационного института», тел. +7 (917) 807-39-00.

Engineer Ufa Aviation Institute, phone: +7 (347) 272-4788.

Abramov Kirill Alekseevich – Postgraduate Student at Ufa University of Science and Technology, Research Engineer Ufa Aviation Institute, phone: +7 (917) 807-39-00.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья опубликована в режиме Open Access.

Article published in Open Access mode.

Статья поступила в редакцию 01.10.2025; одобрена после рецензирования 13.10.2025; принята к публикации 27.10.2025. Рецензент – Макаренко К.В., доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Машиностроение и материаловедение» Брянского государственного технического университета, член редсовета журнала «Транспортное машиностроение».

The article was submitted to the editorial office on 01.10.2025; approved after review on 13.10.2025; accepted for publication on 27.10.2025. The reviewer is Makarenko K.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Mechanical Engineering and Material Science at Bryansk State Technical University, member of the Editorial Council of the journal *Transport Engineering*.