

МИРЗАЕВ К. С.,
преподаватель¹
E-mail: k.s.mirzayev@gmail.com

ОДИЛОВ Ф. У.,
преподаватель²
E-mail: odilovfurqat1117@gmail.com

¹Андижанский машиностроительный институт, г. Андижан, Узбекистан

²Андижанский институт экономики и строительства, г. Андижан, Узбекистан

Поступила в редакцию 15.05.2022

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Детали, используемые в производстве, подвергаются различным механическим нагрузкам. Если свойства детали не соответствуют этой нагрузке, срок службы детали не будут соответствовать уровню спроса или экономическим показателям. Ряд научно-исследовательских институтов и исследовательских лабораторий по всему миру проводят исследовательские мероприятия направленные на снижение себестоимости деталей и увеличение срока их службы. В частности, узбекские ученые проводят исследования по повышению коррозионной стойкости абразивных поверхностей. Детали дробилок СЕМСО и ВАРМАК из белого чугуна на Навоийском машиностроительном заводе Навоийского горно-металлургического комбината используются в условиях повышенного трения. В статье представлены результаты научно-исследовательских работ по разработке методов повышения коррозионной стойкости рабочих поверхностей этих деталей. В результате исследований разработаны методики и рекомендации по увеличению срока службы деталей на основе повышения износостойкости литых изделий на машиностроительном заводе ГП «Навоийский ГМК».

Ключевые слова: *ожижение, печь, обработка, коррозионная стойкость, шихта, сплав, белый чугун, температура, структура*

Введение

Узбекскими и зарубежными производителями для производства износостойкой по структуре (составом), физико-механическими свойствами, белого чугуна устойчивой структурой – наряду со сжижением и обогащением шихты легированными по химическому составу сплавами, совершенствуется технологии формования, а также отработка режимов кристаллизации металла в кристаллизаторе, и внепечной обработки жидкого металла.

Вместе с тем, рассмотрим воздействие Cr, Ni и других легируемых элементов на сплавы. Легированный белый чугун обладает высокими эксплуатационными свойствами, из которого можно получать качественные отливки. В результате легирования чугуна различными легирующими элементами, в том числе и хромом,

его литейные свойства повышаются в зависимости от количества хрома. Кроме того, коррозионная стойкость легированного чугуна очень чувствительна к формированию его микроструктуры, а значит, для получения легированного белого чугуна требуется не только качество отливки, но и формирование структуры, обеспечивающий износостойкость белого чугуна.

Коррозионная стойкость чугуна обеспечивается карбидом, содержащим Cr 9,5–15 % (Cr, Fe) 7 C3, (Cr, Fe) 3 C или Cr 30 % (Cr, Fe) 23 C6. Это связано с тем, что этот карбид в 1,5–2,0 раза тверже карбида цементита. Другая сложность, связанная с этим, – легирование белых сплавов 3 % S с образованием карбидов в системе (Cr, Fe) 7 C3, (Cr, Fe) 3 C, (Cr, Fe) 23 C6. хром образует в пределах от 9,5 до 30%.

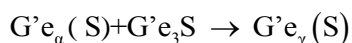
Белый чугун содержит кремний и силициды (FeSi , Fe_3SiO_2), помогает отделить углерод от графита. Поэтому содержание кремния в легированном белом чугуне, определяемое для получения качественных отливок, находится в пределах от 0,8 до 4,6 %.

В чугуне марганец повышает стабильность карбида железа (Fe_3C) и препятствует разложению углерода в виде графита. Это удаляет серу из чугуна из соединения FeS , превращает ее в шлак MnS и удаляет часть вредной серы из чугуна. Поэтому рекомендуется содержание марганца в легированном белом чугуне 0,5–1,5 % для получения качественных сплавов.

Кроме того, важным является повышение прочности легированных белых чугунов на основе термической обработки, так как термическая обработка позволяет изменять их механические свойства в широких пределах. Целью термической обработки сплавов является доведение их механических и физических свойств до необходимого уровня за счет изменения их внутренней структуры.

Термическая обработка сплавов показывает четыре основных фазовых превращения по диаграмме $G'e-G'e_3S$:

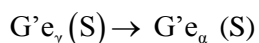
1) при нагреве сплава выше линии фазового перехода A_1 перлит распадается на аустенит:



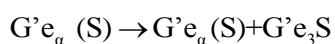
2) при охлаждении аустенита до температуры ниже линии фазового перехода A_1 аустенит распадается на перлит:



3) при температурах ниже температуры метастабильного равновесия аустенит распадается на мартенсит:



4) при любой температуре мартенсит распадается на перлит:



Методы исследования

Для определения свойств и химического состава образцов использовали сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) Empyrean Malvern Panalytical и комплекс сканирующих электронных микроскопов Carl Zeiss EVO-MA-10.

К настоящему времени установлены причины выхода из строя роторов и запасных частей высокофрикционных роторов и насосов дробилок СЕМСО и ВАРМАК, работающих на основе центробежной силы при дроблении руды в производственных условиях НМЗ Навоийской ГМК изучены и проанализированы. Определен ряд предложений и задач по увеличению срока службы деталей за счет обеспечения прочности поверхностей, склонных к коррозии и растрескиванию при больших нагрузках.

Проведен анализ научно-исследовательских работ по коррозионностойким легированным сплавам на основе белого чугуна отечественных и зарубежных производителей, а также зарубежных научно-исследовательских учреждений и лабораторий по продлению срока службы литых деталей из коррозионностойких легированных белых чугунов.

С целью обеспечения прочности роторов насосов и дробилок при воздействии сильных напряжений, полученных из белого чугуна, химический состав шихты для производства легированного белого чугуна со стабильной конструкционной коррозионной стойкостью в массе основан на легирующих элементах достигнуто увеличение на 3–4 %. Предварительные результаты показывают, что исследования в этой области могут дать ожидаемые результаты.

С целью получения стабильного конструкционно-легированного белого чугуна в лаборатории Ташкентского государственного технического университета имени И. А. Каримова разработаны режимы извлечения жидкого металла в печи и кристаллизации в кристаллизаторе.

Для улучшения внутренней структуры, физико-механических свойств сплавов, полученных методом литья, применялись современные эффективные методы термической обработки.

Полученные результаты и их обсуждение

Литой коррозионностойкий легированный белый чугун в основном отливают из легированного белого чугуна для увеличения срока службы высокофрикционных тяжело нагруженных роторов запасных частей насосов и центробежных дробилок СЕМСО и ВАРМАК в целях производства, химический состав шихтового материала был обогащен легирующими элементами.

До и после термообработки образцов длину проекции геометрических расстояний в горизонтальной плоскости, т. е. расстояний между

соответствующими точками на плоской и горизонтально ориентированной поверхности объекта, определяли с помощью электронного микроскопа, сканирующего анализ изображений элементов. Поверхность объекта постоянно исследуется электронными лучами, часть изображения, формируемая микроскопом. Кроме того, каждая точка на поверхности объекта обозначается соответствующей точкой на изображении, формируемом в виде микроскопа. При взаимодействии электронных лучей с поверхностью объекта одновременно возникает несколько ответных сигналов. В зависимости от того, какой детектор сигнала был введен,

микроскопы давали одно или несколько четких изображений.

Сплав из белого чугуна 300X32H2M2ТЛ до термической обработки был изучен микроскопом $\times 100$ СЭМ Zeiss EVO MA (рисунок 1) и анализ элементов сканером электронного микроскопа (рисунок 2).

Сплав из белого чугуна 300X32H2M2ТЛ после термической обработки был изучен микроскопом $\times 100$ СЭМ Zeiss EVO MA (рисунок 3) и анализ элементов сканером электронного микроскопа (рисунок 4).

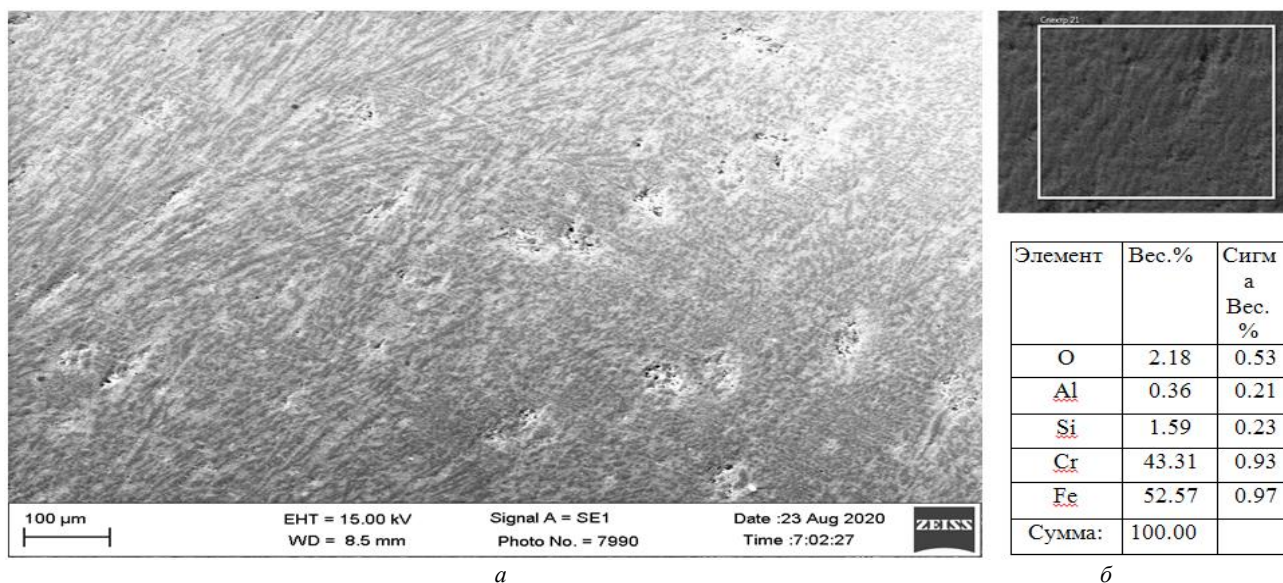


Рисунок 1 – Сплав из белого чугуна 300X32H2M2ТЛ до термической обработки:
а – структура; б – элементный анализ

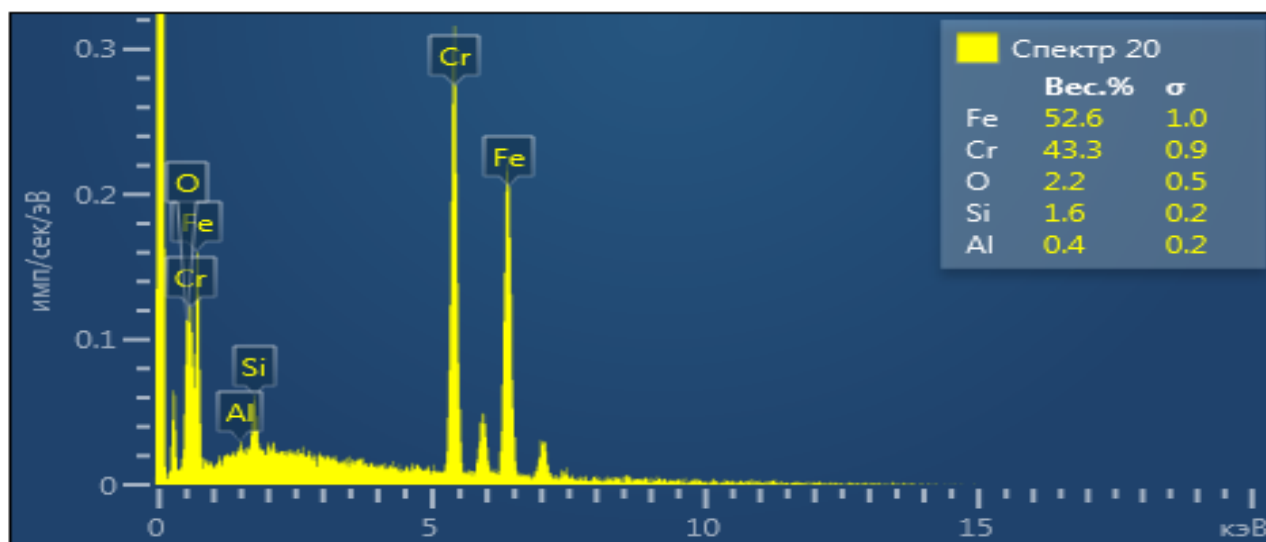


Рисунок 2 – Анализ сканером электронного микроскопа элементов до термической обработки легированного белого чугуна марки 300X32H2M2TL

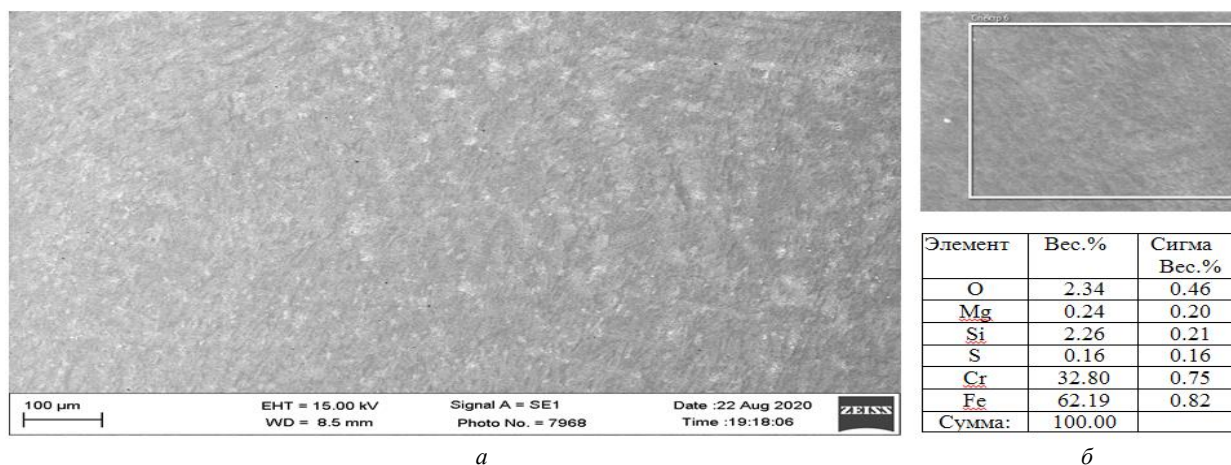


Рисунок 3 – Сплав из белого чугуна 300X32H2M2TL до термической обработки:
a – структура; *б* элементный анализ

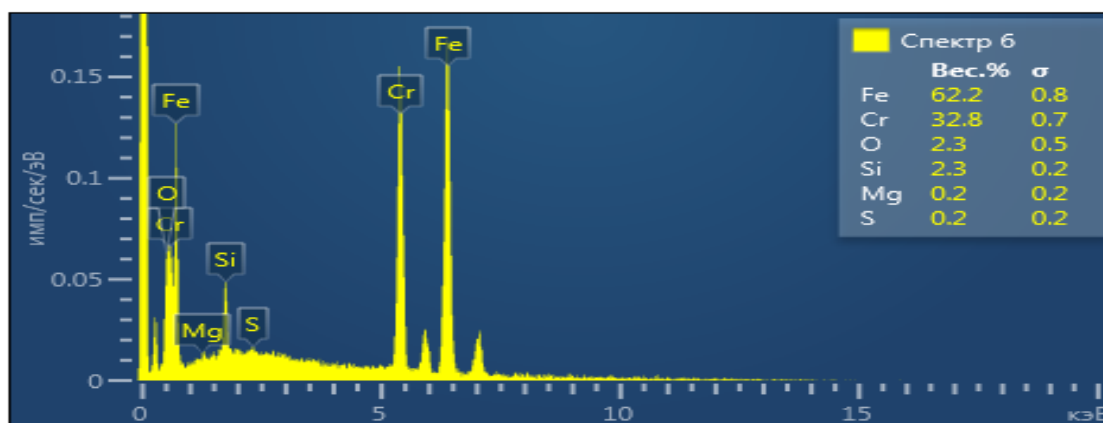


Рисунок 4 – Анализ сканером электронного микроскопа элементов после термической обработки легированного белого чугуна марки 300X32H2M2TL

Закключение

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

- разработана технология увеличения срока службы износостойких рабочих поверхностей, основанная на обеспечении целенаправленной кристаллизации;

- для производства стабильного конструкционного белого чугуна обогащение химического состава шлака легирующими элементами перед загрузкой в печь служит повышению экономической эффективности;

- предварительный подогрев шахты за счет температуры продуктов сгорания, выходящих из топки, позволяет увеличить энергосбережение.

Литература

1. Мирбабоев, В. А. Конструкция материалов и технологий / В. А. Мирбабоев. Тошкент : О' Збекистон. – 2004. – 162 с.

2. Кинетика укрупнения и механизмы упрочнения наноразмерных осадков ядро-оболочка в сплаве Al-Li-Yb-Er-Sc-Zr / Ю. Ван [и др.] // Журнал материаловедения и технологии. – № 61. – С. 197–203.

3. Высокопрочный, пластичный и модульный композит Al-Li/B4C с близкой к наноструктуре структурой, полученный методом накопительного склеивания в рулонах / Ю. Ван [и др.] // Журнал сплавов и соединений. – 2020.

4. Одновременное повышение равномерного удлинения и прочности ультрадисперсного сплава Al-2Li (изделие) / Ю. Ван [и др.] // Журнал сплавов и соединений. – 2021.

5. Микроструктура и механические свойства сверхлегкого композита Mg-Li-Al/Al-Li, полученного накопительным склеиванием в рулонах при температуре окружающей среды / Ю. Ван [и др.] // Материаловедение и инженерия. – 2020.

6. Способы повышения прочности зубьев зубчатых колес, работающих в условиях высокоабразивного шлифования / Т. Нодир [и др.] // Журнал критических обзоров. – № 7. – С. 904–907.

7. Анализ технологических решений по снижению концентрации меди в шлаках кислородно-факельной плавки сульфидных концентратов меди / Н. Тураходжаев [и др.] // Журнал критических обзоров. – № 5. – С. 449–452.

8. Изучение научно-технологических основ переработки отвальных медных и алюминиевых шлаков / Т. Нодир [и др.] // Журнал критических обзоров. – № 11. – С. 441–444.

9. Способы повышения прочности поверхности деталей / Т. Нодир [и др.] // Журнал критических обзоров. – № 11. – С. 380–386.

10. Влияние обработки жидкого алюминиевого сплава при температурах до 2000С на структуру сплава и содержание газовых оксидов алюминия / В. А. Грачев, Н. Б. Тураходжаев // Международный журнал машиностроения и технологии. – № 9 (7). – 2018. – С. 489–495.

11. Разработка состава износостойкого титанового чугуна со стабильной структурой, полученного методом литья. / Н. Тураходжаев [и др.] // Академисия. Международный многопрофильный исследовательский журнал. – Т. 10, вып. 7. – 2020. – С. 17–23.

12. И. Носир. Материалшунослик. Тошкентский «Узбекистон». – 2002. – С. 173–179.

13. Анализ дефектов в белом чугуне / Н. Тураходжаев [и др.]. Международный научный журнал «Теоретическая и прикладная наука». – Т. 86, вып. 6. – 2020. – С. 675–682.

14. Тураходжаев, Н. Важные особенности литейных систем при отливке легированных чугунов в песчано-глиняные формы / Н. Тураходжаев, Н. Саидмахаматов // Академисия. Международный многопрофильный исследовательский журнал. – Т. 10, вып. 5. – 2020. – С. 1573–1580

15. Чоршанбиев, Ш. Методы повышения прочности зубчатых колес / Ш. Чоршанбиев, Н. Тураходжаев // Материалы VIII Международного симпозиума по специальным полимерам, 23–25 августа 2019. – Караганда, 2019. – С. 46.

15. Тураходжаев, Н. Д., / Оқ чўяннинг барқарор структурасини таъминлай-диган технология ишлаб чиқиш ва уни ишлаб чиқариш шароитида жорий қилиш // Н. Д. Тураходжаев. Журнал достижений в области инженерных технологий. – № 1. – 2020.

UDK 621.7

MIRZAEV Kaxramonjon S.,

Lecturer¹

E-mail: k.s.mirzayev@gmail.com

ODILOV Furkat U.,

Lecturer²

E-mail: odilovfurqat1117@gmail.com

¹Andijan Machine-Building Institute, Andijan, Uzbekistan

²Andijan Institute of Economics and Construction, Andijan, Uzbekistan

Received 05 May 2022

Parts used in production are subject to various mechanical loads. If the properties of the part are not commensurate with this load, the service life of the part will not meet the level of demand or economic performance. A number of research institutions and research laboratories around the world are carrying out a number of research activities aimed at reducing the cost of parts and increasing the service life of parts. In particular, Uzbek researchers are conducting research to increase the corrosion resistance of abrasive surfaces. The details of CEMCO and BARMAK crushers made of white cast iron at the Navoi Machine-Building Plant of Navoi Mining and Metallurgical Plant are used under high friction conditions. The article presents the results of research work on the development of methods to increase the wear resistance of working surfaces of these parts to corrosion.

As a result of the research, methods and recommendations have been developed to increase the service life of parts on the basis of increasing the wear resistance of cast products at the machine-building plant of the state enterprise «Navoi MMC».

Keywords: liquefaction, furnace, processing, corrosion resistance, charge, alloy, white cast iron, temperature, structure.

References

1. Mirbaboev, V. A. Construction of materials and technologies / V. A. Mirbaboev. Toshkent : O'zbekiston. – 2004. – 162 p.
2. Kinetics of enlargement and mechanisms of hardening of nanoscale core-shell sediments in Al-Li-Yb-Er-Sc-Zr alloy / Wang, Yu. [et al.] // Journal of Materials Science and Technology. – No. 61. – P. 197–203.
3. High-strength, plastic and modular composite Al-Li/B₄C with a structure close to the nanostructure, obtained by the method of cumulative gluing in rolls / Yu. Van [et al.] // Journal of Alloys and Compounds. – 2020.
4. Simultaneous increase of uniform elongation and strength of the ultradisperse alloy Al-2Li (product) / Yu. Van [et al.] // Journal of Alloys and Compounds. – 2021.
5. Microstructure and mechanical properties of an ultralight Mg-Li-Al/Al-Li composite obtained by cumulative gluing in rolls at ambient temperature / Yu. Van [et al.] // Materials Science and engineering. – 2020.
6. Ways to increase the strength of the teeth of gears operating under conditions of highly abrasive grinding / T. Nodir [et al.] // Journal of Critical Reviews. – No. 7. – P. 904–907.
7. Analysis of technological solutions to reduce the concentration of copper in the slags of oxygen-flare melting of copper sulfide concentrates / N. Turakhodzhaev [et al.] // Journal of Critical Reviews. – No. 5. – P. 449–452.
8. The study of scientific and technological bases of processing of dump copper and aluminum slags / T. Nodir [et al.] // Journal of Critical Reviews. – No. 11. – P. 441–444.
9. Ways to increase the strength of the surface of parts / T. Nodir [et al.] // Journal of Critical reviews. – No. 11. – P. 380–386.
10. The effect of processing liquid aluminum alloy at temperatures up to 2000C on the alloy structure and the content of gas aluminum oxides / V. A. Grachev, N. B. Turakhodzhaev // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – № 9 (7). – 2018. – P. 489–495.
11. Development of the composition of wear-resistant titanium cast iron with a stable structure obtained by casting. / N. Tura-khodjaev [et al.] // Akademisiya. International Multidisciplinary Research Journal. – Vol. 10, iss. 7. – 2020. – P. 17–23.
12. I. Nosir. Materialshunoslik. Toshkent: Uzbekistan. – 2002. – P. 173–179.
13. Analysis of defects in white cast iron / N. Turakhodzhaev [et al.]. International scientific journal «Theoretical and Applied Science». – Vol. 86, iss. 06. – 2020. – P. 675–682.
14. Turakhodzhaev, N. Important features of foundry systems when casting alloyed cast iron in sand-clay molds / N. Turakhodzhaev, N. Saidmakhmadov // Academy of Sciences. International Multidisciplinary Research Journal. – Vol. 10, iss. 5, 2020. – P. 1573–1580.
15. Chorshanbiev, Sh. Methods of increasing the strength of gears / Sh. Chorshanbiev, N. Turakhodzhaev // Proceedings of the VIII International Symposium on Special Polymers, august 23–25, 2019. – Karaganda, 2019. – P. 46.
15. Turakhodzhaev, N. D. Ok chyaning barkaror structurasi ta'minlay-digan technology ishlab chikish va uni ishlab chikarish sharoitida zhorilik / N. D. Turakhodzhaev // Journal of Achievements in the Field of Engineering Technologies. – No. 1. – 2020.