

Оригинальная статья

УДК 502/504: 532.5:621.65.02

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-111-116

МОДЕРНИЗАЦИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ АО «ОМСКИЙ КАУЧУК»

КОРЧЕВСКАЯ ЮЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА^{1✉}, канд. с.-х. наук, доцент

yuv.korchevskaya@omgau.org

ТРОЦЕНКО ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА¹, канд. с.-х. наук, доцент

ia.trotsenko@omgau.org

НАЗАРКИН ЭДУАРД ЕВГЕНЬЕВИЧ², аспирант

ednazarkin@mail.ru

¹ Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина; 644008, г. Омск, Институтская площадь, 1. Россия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49. Россия

Поскольку снижение энергопотребления для предприятия является приоритетной задачей, экономическая эффективность в целом напрямую связана с использованием насосного оборудования. Потребность в электроэнергии для насосного оборудования будет зависеть от различных факторов: это режимы работы насосных станций и установок, используемое оборудование, мероприятия по уменьшению затрат на потребляемую электроэнергию и т.д. Сложившаяся к настоящему времени практика свидетельствует о крайне неэффективной эксплуатации насосного оборудования. В настоящее время большое количество насосных станций систем водоснабжения и водоотведения работает в неэкономичном режиме. Часто это связано с некорректным подбором насосного оборудования, устаревшим насосным оборудованием, работой насосов в нерасчетном режиме. Кроме того, во многих отраслях промышленности установлено насосное оборудование со времени основания производства. Такое оборудование морально и технически устарело. На данный момент технологический прогресс позволяет применять более эффективное оборудование и материалы, которые позволяют уменьшить потребление энергоресурсов. В статье представлен анализ энергопотребления насосной станции технического водоснабжения на примере АО «Омский каучук», предложен вариант модернизации с целью сокращения потребления электроэнергии насосным оборудованием. Необходимость модернизации насосной станции технического водоснабжения связана со значительным сроком службы и высоким энергопотреблением насосного оборудования. Выбраны две марки насосов и проведен сравнительный анализ. Исходя из расчетов по энергопотреблению и технологическим характеристикам был выбран наиболее выгодный и оптимальный вариант насоса марки Д6300-80-2б, так как производительность насоса больше, а потребляемая мощность меньше, чем у насоса марки JETEX DC 600-750, а также снижена скорость износа рабочих органов, улучшена всасывающая способность насоса.

Ключевые слова: энергопотребление, насосное оборудование, необходимость модернизации, энергосбережение, характеристики насосов

Формат цитирования: Корчевская Ю.В., Троценко И.А., Назаркин Э.Е. Модернизация насосной станции технического водоснабжения на примере АО «Омский каучук» // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 111-116. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-111-116.

© Корчевская Ю.В., Троценко И.А., Назаркин Э.Е., 2021

Original article

MODERNIZATION OF THE PUMPING STATION OF TECHNICAL WATER SUPPLY ON THE EXAMPLE OF JSC «OMSK KAUCHUK»

KORCHEVSKAYA YULIYA VLADIMIROVNA^{1✉}, candidate of agricultural sciences, associate professor

yuv.korchevskaya@omgau.org

TROTSSENKO IRINA ALEKSANDRVNA¹, candidate of agricultural sciences, associate professor

ia.trotsenko@omgau.org

NAZARKIN EDUARD EVGENJEVICH², post graduate student

ednazarkin@mail.ru

¹ Omsk state agrarian university named after P.A. Stolypin; 644008, Omsk, Institutskaya square, 1. Russia

² Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev, Moscow, 127434, Timiryazevskaya, 49. Russia

Since reducing energy consumption is a priority for an enterprise, economic efficiency in general is directly related to the use of pumping equipment. The demand for electricity for pumping equipment will depend on various factors: the operating modes of pumping stations and installations, the equipment used measures to reduce the cost of electricity consumed, etc. The current practice indicates extremely inefficient operation of pumping equipment. Currently, a large number of pumping stations of water supply and sanitation systems operate in an uneconomical mode. Very often, this is due to incorrect selection of pumping equipment, outdated pumping equipment, the operation of pumps in non- calculation mode. In addition, pumping equipment has been installed in many industries since the establishment of production. Such equipment is morally and technically outdated. Now, technological progress allows us to use more efficient equipment and materials that allow us to reduce energy consumption. The article presents an analysis of the energy consumption of a pumping station of technical water supply on the example of JSC «Omsk Kauchuk», a variant of modernization is proposed in order to reduce the consumption of electricity by pumping equipment. The need to modernize the pumping station of technical water supply is associated with a significant service life and high – energy consumption of pumping equipment. Two pump brands were selected and a comparative analysis was carried out. Based on calculations of energy consumption and technological characteristics, the most profitable and optimal version of the D6300-80-2b pump was chosen, since the pump performance is greater and the power consumption is less than that of the JETEX DS600-750 pump, as well as reducing the wear rate of operating elements, improving the pump's suction capacity.

Keywords: energy consumption, pumping equipment, the need for modernization, energy saving, pump characteristics

Format of citation: Korchevskaya Yu.V., Trotsenko I.A., Nazarkin E.E. Modernization of the pumping station of technical water supply on the example of JSC «Omsk rubber» // *Prirodoobustrojstvo*. – 2021. – № 5. – S. 111-116. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-111-116.

Введение. По разным оценкам, на сегодняшний день до 20-25% мирового потребления всей вырабатываемой электроэнергии приходится на насосное оборудование. До 8% затрат на эксплуатацию насосов составляют затраты на электроэнергию. При этом КПД насосных систем часто не превышает 10-20%, в то время как КПД насосов составляет 50-90% [1, 2].

Поскольку снижение энергопотребления для предприятия является приоритетной задачей, экономическая эффективность в целом напрямую связана с использованием насосного оборудования. Сложившаяся к настоящему времени практика свидетельствует о крайне неэффективной эксплуатации насосного оборудования. Снижение энергопотребления, являющееся одной из главных целей при модернизации объектов водоснабжения или замене насосного оборудования, решается прежде всего путем обеспечения согласованной работы системы и насосов в режиме оптимального энергопотребления.

Анализ практики проведения модернизации и технического перевооружения предприятий позволяет определить основные направления повышения эффективности работ.

В статье представлен анализ энергопотребления насосной станцией технического водоснабжения на примере АО «Омский каучук», предложен вариант модернизация с целью сокращения потребления электроэнергии насосным оборудованием.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований является насосная станция цеха водоснабжения и водоотведения (ВС и ВО), предназначенная для обеспечения подачи воды в производство и для отвода избыточного тепла теплообменного оборудования технологических цехов АО «Омский каучук», для повторного использования воды как хладагента. Характеристика технологического оборудования насосной станции технического водоснабжения представлена в таблице 1 [3].

Схема обвязки насосов представлена на рисунке 1.

Необходимость модернизации насосной станции технического водоснабжения связана со значительным сроком службы (с 1985 г. замена насосного оборудования не производилась) и высоким энергопотреблением насосного оборудования [4, 5].

Таблица 1

Характеристика технологического оборудования насосной станции технического водоснабжения

Table 1

Characteristics of technological equipment of pumping station of technical water supply

п/п itm	Наименование оборудования или устройства. Место расположения <i>The name of the equipment or device. Place of location</i>	Коли- чество <i>Quantity</i>	Материал изготовления <i>Material of production</i>	Техническая характеристика <i>Technical characteristics</i>
1	Насос для подачи оборотной воды. Машинный зал <i>Pump for recycled water supply. Machinery room</i>	5	Сборные <i>Prefabricated</i>	Марка – 20 НДС Производительность – 2700 м ³ /час Напор – 39 м. вод. ст. Эл. двигатель – ДАМКО15-8-8 Мощность – 380 кВт/ч Число оборотов – 740 об/мин <i>Brand – 20 NDS Capacity – 2700 m³/h Head – 39 m. water column El. engine – DAMKO15-8-8 Power – 380 kW/h Speed – 740 rpm</i>
2	Насос для подачи оборотной воды. Машинный зал <i>Pump for recycled water supply. Machinery room</i>	2	Сборные <i>Prefabricated</i>	Марка – 24 НДС Производительность – 5400 м ³ /час Напор – 54 м. вод. ст. Эл. двигатель – АОД1000-10МУЗ Мощность – 1000 кВт/ч Число оборотов – 600 об/мин <i>Brand – 20 NDS Capacity – 2700 m³/h Head – 39 m. water column El. engine – DAMKO15-8-8 Power – 380 kW/h Speed – 740 rpm</i>
3	Ваккум – насос. Машинный зал <i>Vacuum pump. Machinery room</i>	1	Сборные <i>Prefabricated</i>	Марка – КВН-8 Производительность – 38 м ³ /час Эл. двигатель – А42-4 Напряжение – 380В Мощность – 2,8 кВт/ч Число оборотов – 1420 об/мин <i>Brand – KVN-8 Capacity – 38 m³/h El. engine – A42-4 Voltage – 380 V Power – 2.8 kW/h Speed – 1420 rpm</i>
4	Ваккум – насос. Машинный зал <i>Vacuum pump. Machinery room</i>	1	Сборные <i>Prefabricated</i>	Марка – КВН-8 Производительность – 38 м ³ /час Эл. двигатель – АИР90L4У2 Напряжение – 380В Мощность – 2,2 кВт/ч Число оборотов – 1380 об/мин <i>Brand – KVN-8 Capacity – 38 m³/h El. engine – AIR90L4Y2 Voltage – 380 V Power – 2.2 kW/h Speed – 1380 rpm</i>
5	Приемная камера <i>Receiving chamber</i>	1	Ж/б резервуар <i>Reinforced concrete storage tank</i>	Размер – 36*4*3,1 (м) <i>Size – 36*4*3,1 (m)</i>
6	Насос дренажный для откачки вод из приямка машинного зала <i>Drainage pump for pumping water from the pit of the machinery room</i>	1	Сборные <i>Prefabricated</i>	Марка 2,5НФ Производительность – 36 м ³ /час Напор – 46 м. вод. ст. Эл. двигатель – 4АМ132М2У3 Мощность – 11 кВт/ч Число оборотов – 2900 об/мин <i>Brand – 2.5 NF Capacity – 36 m³/h Head – 46 m water column El. engine – 4AM132M2U3 Power – 11 kW/h Speed – 2900 rpm</i>

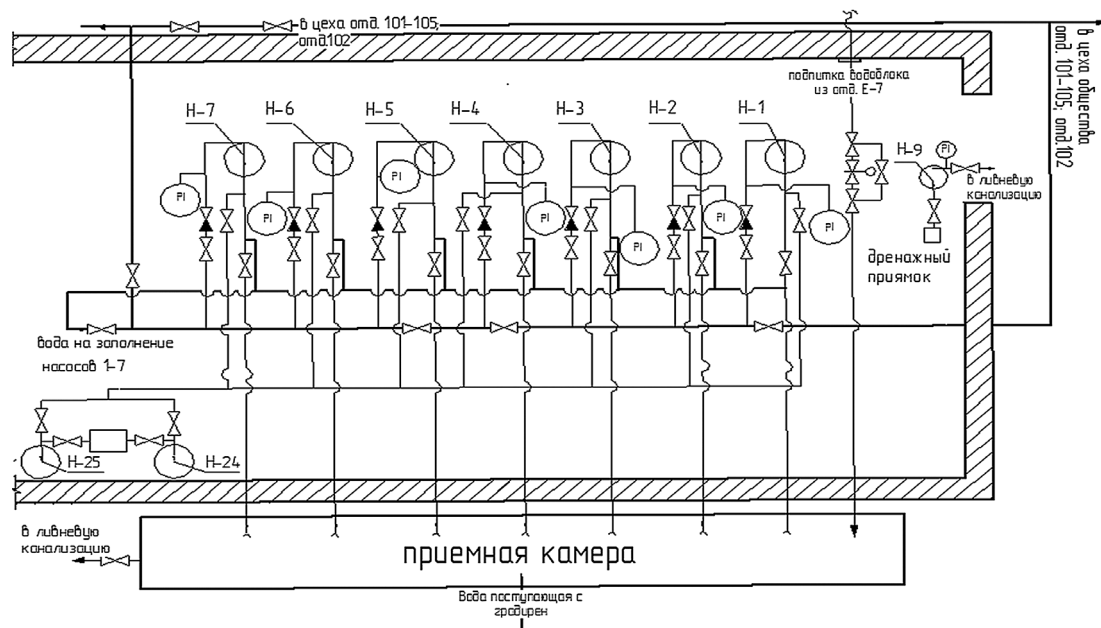


Рис. 1. Схема обвязки насосов АО «Омский каучук»

Fig. 1. Scheme of pump manifold of AO «Omsk kauchuk»

Потребляемая электроэнергия насосными агрегатами в сутки определяется по формуле (1) [6, 7]:

$$W_i = n_{\text{раб}} \cdot t \cdot P_n, \text{ кВт/сут.}, \quad (1)$$

где $n_{\text{раб}}$ – количество насосов, шт.; t – часы работы насосов, $t = 24$ ч; P_n – потребляемая мощность насосом, кВт.

$$W_{2,5,7} = 3 \cdot 24 \cdot 380 = 27630 \text{ кВт/сут.};$$

$$W_{1,3,4,6} = 4 \cdot 24 \cdot 1000 = 96000 \text{ кВт/сут.}$$

Потребляемая электроэнергия насосной станцией в сутки составляет:

$$W = 27630 + 96000 = 123630 \text{ кВт/сут.}$$

Потребляемая электроэнергия в год определена по формуле (2):

$$W_{\text{об}} = W \cdot N, \text{ кВт/год}, \quad (2)$$

где W – потребляемая электроэнергия в сутки, кВт/сут.; N – количество календарных дней в году, кВт; $W_{\text{об}} = 123630 \cdot 365 = 45124950 \text{ кВт/год}$.

По расчетам энергопотребления можно судить о высоком энергопотреблении насосной станции при параллельной работе 7 насосов. В связи с этим возникает необходимость модернизации и замены насосного оборудования на более энергоэффективное, что позволит свести к минимуму количество работающих агрегатов в насосной станции технического водоснабжения.

Одним из вариантов модернизации насосной станции является полная замена насосного

оборудования и системы трубопроводов, когда потребуются полная замена системы трубопроводов и насосного оборудования. Таким образом, фактически заново монтируются насосное оборудование и система трубопроводов. Данное решение повлечет за собой остановку работы цеха. Помимо этого, экономия средств и электроэнергии при таком варианте незначительна, а затраты на демонтаж и монтаж оборудования внушительны.

Альтернативным вариантом модернизации насосной станции является замена насосного оборудования на более новое, современное и энергоэффективное. В настоящее время многие насосные установки снабжены преобразователем частоты вращения, что позволяет изменить график подачи воды в соответствии с режимом водопотребления. При этом необходимо учитывать конфигурацию сети, на которую работает насосная станция [8-10]. При таком варианте возможно уменьшение количества работающих насосов, соответственно уменьшение оборудования, количества потребляемой электроэнергии.

Рассмотрим один из вариантов модернизации насосной станции: подбор новой марки насоса и сокращение количества работающих насосов.

Расчетная подача насоса определена по максимальному часовому расходу насосной станции, который составляет $11000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Количество рабочих насосов – 2 шт.

Выбор насоса произведен по расчетному напору $H_p = 60,8 \text{ м}$ и расходу $Q_p = 5500 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Сравнительные характеристики подобранных насосов представлены в таблице 3 [3].

По результатам расчета энергопотребления можно сделать вывод о том, что замена существующих насосов позволит уменьшить

потребление электроэнергии более чем в 2 раза за год. При стоимости электроэнергии 3 руб/кВт экономия за один год составит 82814850 руб.

Таблица 2

Сравнительные характеристики насосов

Table 2

Comparative characteristics of pumps

Характеристика <i>Characteristics</i>	Марка насоса / <i>Pump brand</i>	
	Д6300-80-26	JETEX DC 600-750
Подача, м ³ /ч / <i>Supply, m³/h</i>	6300	6000
Напор, м / <i>Head, m</i>	80	180
Мощность, кВт, не более <i>Power, kw, max</i>	1740	2800
Частота вращения, об/мин <i>Speed, rpm</i>	730	960
КПД насоса, %, не менее <i>Pump efficiency, %, min</i>	88,5	88,0
Потребляемая электроэнергия, кВт/сутки <i>Electricity consumption, kW/day</i>	48000	96000
Потребляемая электроэнергия, кВт/год <i>Electricity consumption, kW/year</i>	17 520 000	35 040 000
Стоимость насоса, руб / <i>Pump cost, rubl</i>	2 336 250	3 540 260
Преимущества <i>Advantages</i>	<ul style="list-style-type: none"> - имеет меньшую частоту вращения; - снижение скорости износа рабочих органов; - улучшение всасывающей способности насоса - <i>has a lower speed;</i> - <i>reduction of the rate of wear of operating elements;</i> - <i>improvement of the suction capacity of the pump</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - высокий КПД (порядка 88%); - снижение уровня кавитации в рабочем колесе; - возможность перекачивания жидкостей в широком диапазоне температур от -10 до +110°C - <i>high efficiency (about 88%);</i> - <i>reducing the level of cavitation in the impeller;</i> - <i>possibility of pumping liquids in a wide temperature range from -10 to +110°C</i>

Таким образом, модернизация насосной станции не только позволит заменить оборудование на новое, но и принесет существенную экономию организации за счет уменьшения потребляемой электроэнергии.

Выводы

Можно сделать вывод, исходя из расчетов по энергопотреблению и технологических характеристик, о том, что наиболее

выгодный и оптимальный вариант – насос марки Д6300-80-26, так как производительность насоса больше, а потребляемая мощность меньше, чем у насоса марки JETEX DC 600-750, а также снижена скорость износа рабочих органов, улучшена всасывающая способность насоса.

Кроме того, энергоэффективность насосов можно повысить, используя преобразователи частоты вращения.

Библиографический список

1. Али М.С., Бегляров Д.С., Чебаевский В.Ф. Насосы и насосные станции: учебник. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – 330 с.
2. Клевцов А.В. Основы рационального потребления электроэнергии: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва; Вологда:

References

1. Ali M.S., Beglyarov D.S., Chebaevsky V.F. Nasosy i nasosnye stantsii: uchebnik. – M.: izd-vo RGAU-MSHA im. K.A. Timiryazeva, 2015. – 330 s.
2. Klevtsov A.V. Osnovy ratsionalnogo potrebreniya elektroenergii: uchebnoe posobie 2-e izd., ispr. i dop. – Moskva: Vologda: Infra-Inzhene-

Инфра-Инженерия, 2020. – 232 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168510>.

3. Каталог продукции ОАО «ЦНИИЭП инженерного оборудования» «Насосы чистой воды». – М., 2004. – 200 с.

4. Запортыко М.В., Корчевская Ю.В. Модернизация насосной станции ПАО «Омский каучук» // Мат-лы Всероссийской (национальной) конф. «Актуальные проблемы природообустройства, водопользования, агрохимии, почвоведения и экологии». – Омск, 2019. – С. 140-142.

5. Сигналова М.А., Силачи А.Ю., Корчевская Ю.В. Подбор оборудования для насосной станции первого подъема системы водоснабжения Седельниковского сельского поселения // Проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов: Сборник I Региональной (заочной) научно-практ. конф. молодых ученых, Омск, 6 декабря 2017 г. – Омск: Омский ГАУ имени П.А. Столыпина, 2018. – С. 84-89.

6. Корчевская Ю.В., Горелкина Г.А. Насосы и насосные станции: учебное пособие. – Омск: Омский ГАУ, 2015. – 73 с. // Электронно-библиотечная система «Лань». – URL: <https://e.lanbook.com/book/90742>.

7. Чебаевский В.Ф., Вишневский К.П., Накладов Н.Н. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок. – М.: Колос, 2000. – 376 с.

8. Али М.С., Назаркин Э.Е. Влияние конструктивных особенностей сети на режим работы насосов // Доклады ТСХА: сб. статей. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 351-353.

9. Бегляров Д.С., Назаркин Э.Е., Бакштанин А.М. Анализ и учет особенностей структуры напорных систем водоснабжения при расчете переходных процессов // Природообустройство. – 2019. – № 4. – С. 91-94. DOI: 10.34677/1997-6011/2019-4-91-95.

10. Назаркин Э.Е., Сушко В.В., Померанцев О.Н. Регулирование работы центробежного насоса путем подачи воздуха во всасывающий трубопровод // Природообустройство. – 2017. – № 4. – С. 15-19.

Критерии авторства

Корчевская Ю.В., Троценко И.А., Назаркин Э.Е. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 18.08.2021 г.

Одобрена после рецензирования 18.10.2021 г.

Принята к публикации 01.11.2021 г.

riya, 2020. – 232 s. – ISBN978-5-9729-0406-8. – Tekst: elektronny. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168510>

3. Katalog produktov OAO «TSINIEP inzhernogo oborudovaniya» «Nasosy chistoy vody» – M., 2004. – 200 s.

4. Zaportyko M.V., Korchevskaya Yu.V. Modernizatsiya nasosnoj stantsii PAO «Omskij kauchuk» // Mat-ly Vserossijskoj (natsionalnoj) konf., «Aktualnye problem prirodoobustrojstva, vodopolzovaniya, agrohimii, pochvovedeniya i ekologii». – Omsk, 2019. – S. 140-142.

5. Signalova M.A. Silachi, A. Yu., Korchevskaya Yu.V. Podbor oborudovaniya dlya nasosnoj stantsii pervogo podjema sistemy vodosnabzheniya Sidelnikovskogo selskogo poseleniya // Problemy ohrany okruzhayushchej sredy ratsionalnogo ispolzovaniya prirodnih resursov: sbornik i regionalnoj (zaочноj) nauchno-prakt. konf. molodyh, OMSK, 06 dekbrya 2017 goda. – Omsk: Omskij GAU imeni P.A. Stolypina, 2018. – S. 84-89.

6. Korchevskaya Yu.V., Gorelkina G.A. Nasosy i nasosnye stantsii: uchebnoe posobie. – Omsk: Omskij GAU, 2015. – 73 s. ISBN978-5-89764-541-1. Tekst: elektronny. // Elektronno-bibliotecnaya sistema «Lan»: [sait]. URL: <https://e.lanbook.com/book/90742>.

7. Chebaevsky V.F., Vishnevsky K.P., Nakladov N.N. Proektirovanie nasosnyh stantsij i ispytanie nasosnyh ustanovok. – M.: Kolos, 2000. – 376 s.

8. Ali M.S., Nazarkin E.E. Vliyanie konstruktivnyh osobennostej seti na rezhim raboty nasosov // Doklady TSHA: sb. statej. – M.: RGAU-MSHA im. K.A. Timiryazeva, 2019. – S. 351-353.

9. Beglyarov D.S., Nazarkin E.E., Bakshatanin A.M. Analiz i uchet osobennostej struktury napornyh sistem vodosnabzheniya pri raschete perehodnyh pprotsessov // Prirodoobustrojstvo. – 2019. – № 4. – S. 91-94. DOI: 10.34677/1997-6011/2019-4-91-95.

10. Nazarkin E.E., Sushko V.V., Pomeratntsev O.N. Regulirovanie raboty tsentrobezhnogo nasosa putem podachi vozduha vo vsasyvayushchij truboprovod // Prirodoobustrojstvo. – 2017. – № 4. – S. 15-19.

Criteria of authorship

Korchevskaya Yu.V., Trotsenko I.A., Nazarkin E.E. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript, have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 18.08.2021

Approved after reviewing 18.10.2021

Accepted for publication 01.11.2021