

УДК 622.276

DOI: 10.31660/0445-0108-2022-5-98-107

Исследование рецептур промывочных жидкостей для вскрытия продуктивных горизонтов с высоковязкими пластовыми флюидами

В. П. Овчинников, О. Н. Шемелина*

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

**shemelinaon@tyuiu.ru*

Аннотация. В статье рассматривается проблема сохранения естественных фильтрационно-емкостных свойств коллекторов нефти и газа при первичном вскрытии и надежного их разобщения от выше- и нижезалегающих продуктивных пластов.

Особое внимание уделено процессам взаимодействия между скважиной и вскрываемыми проницаемыми пластами при ее строительстве, которые в значительной степени определяются геологическими и термобарическими условиями, видами насыщающего пласт флюида, используемыми технологиями и техническими средствами.

В статье рассмотрены основные проблемы строительства скважин, предназначенных для добычи высоковязких нефтей. Для решения были проведены лабораторные и экспериментальные исследования, которые помогут научно обосновать и внедрить новые технологии и технические средства повышения производительности и долговечности работы скважин, предназначенных для добычи высоковязких нефтей из продуктивных пластов со сложными термобарическими условиями.

В работе авторами проведено исследование рецептур промывочных жидкостей для вскрытия продуктивных горизонтов с высоковязкими пластовыми флюидами.

По результатам проведенных лабораторных испытаний было принято решение о применении пресной системы поликатионного раствора.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, проницаемый пласт, фильтрат бурового раствора, дисперсионная среда, фильтрационно-емкостные свойства, эмульсии, поликатионный раствор

Для цитирования: Овчинников, В. П. Исследование рецептур промывочных жидкостей для вскрытия продуктивных горизонтов с высоковязкими пластовыми флюидами / В. П. Овчинников, О. Н. Шемелина. – DOI 10.31660/0445-0108-2022-5-98-107 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2022. – № 5. – С. 98–107.

Investigating drilling fluid formulations to penetrate productive horizons with high-viscosity formation fluids

Vasily P. Ovchinnikov, Olga N. Shemelina*

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

**shemelinaon@tyuiu.ru*

Abstract. This article discusses the problem of preserving the natural reservoir properties of oil and gas reservoirs during the initial penetrating and their reliable separating from overlying and underlying productive formations.

It draws our attention to the processes of interaction between the well and the penetrated permeable formations during its construction, which are largely determined by geological and thermobaric conditions, types of fluid saturating the formation, used technologies and technical means.

The article deals with the main problems of well construction intended for the high-viscosity oil production. Laboratory and experimental studies have been conducted to solve these issues, they will help to scientifically substantiate and implement new technologies and technical means to increase productivity and durability of wells intended for production of high-viscosity oil from productive formations with complex thermobaric conditions. In this work, the authors conducted a study of the formulations of flushing fluids to penetrate productive horizons with high-viscosity formation fluids.

Based on the results of the laboratory tests, it was decided to use a fresh polycationic solution.

Keywords: high-viscosity oil, permeable reservoir, drilling fluid filtrate, dispersion medium, reservoir properties, emulsions, polycationic solution

For citation: Ovchinnikov, V. P., & Shemelina, O. N. (2022). Investigating drilling fluid formulations to penetrate productive horizons with high-viscosity formation fluids. *Oil and Gas Studies*, (5), pp. 98-107. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2022-5-98-107

Введение

Освоение запасов высоковязких тяжелых нефтей и природных битумов, составляющих ориентировочно от 800 млрд т до 1 трлн т, что в 6 раз больше остаточных извлекаемых запасов легкой нефти (примерно 170 млрд т), перспективно для нефтяной отрасли сегодня и в будущем. Они сосредоточены на территории целого ряда стран, в том числе и в России, главным образом в Восточной и Западной Сибири, а также на Дальнем Востоке [1].

Для максимального применения потенциальных возможностей каждой скважины на этих месторождениях, каждого продуктивного пласта необходимы постоянное совершенствование технологии строительства скважин, непрерывный контроль и современное управление состоянием разработки [2].

Основной целью является обеспечение сохранности фильтрационно-емкостных свойств коллекторов, насыщенных высоковязкими углеводородами и характеризующихся условиями термобарического воздействия на них геолого- и технико-технологических факторов [3].

Причиной возникновения данной проблемы являются процессы взаимовлияния между скважиной и вскрываемыми проницаемыми пластами, определяющимися особыми геологическими и термобарическими условиями, определенными видами флюида и применяемыми технологиями и техническими средствами.

Заканчивание скважин на тяжелую нефть представляет ряд проблем, связанных со сложными горно-геологическими и термобарическими условиями.

К важнейшим относятся осложнение поглощения бурового раствора и возникновение значительных напряжений в элементах конструкции скважины при воздействии паром на продуктивный пласт.

Особое внимание уделяется производственным операциям с большими колебаниями температуры, вызванными паровыми производственными процессами и расположением скважин [4].

Максимизация контакта между стволом скважины и коллектором, а также соблюдение соответствующих требований к боковому интервалу между стволами скважины сильно влияют на бурение и заканчивание скважин и должны приниматься во внимание во время планирования разработки месторождения.

Объект и методы исследования

Важным моментом при вскрытии продуктивного пласта является выбор оптимальной рецептуры бурового раствора при бурении и освоении скважин [5].

Основной задачей бурового раствора является сохранение коллекторских свойств вскрываемого продуктивного пласта.

При выборе бурового раствора для проводки интервалов коллекторов и продуктивных горизонтов необходимо учитывать способ заканчивания, методы очистки скважины, химические свойства горных пород, процесс кольматации при вскрытии продуктивного пласта, а также требование минимизации повреждения призабойной зоны [6].

При выборе оптимального бурового раствора необходимо учитывать следующее:

- объемы: начальный, конечный, количество твердой фазы, ожидаемых потерь на поверхности и в самой скважине, коэффициент каверности и увеличение диаметра ствола;
- удельный вес раствора, реологические свойства, компоновки бурового инструмента, режимы работы насосов и гидравлических потерь;
- химические свойства раствора на основе степени ингибирования пласта, рН системы, общая минерализация и ограничение по требованиям, предъявляемым геофизическими методами исследования пласта;
- физико-механические свойства, удерживающая способность, способность сохранять в себе жидкую фазу, термическая стабильность;
- лимитирующие свойства раствора — твердой фазы (кольматант + утяжелитель + шлам), максимальное содержание песка, максимально допустимое содержание дисперсного шлама;
- расчет количества химических реагентов, необходимых для бурения интервалов или всей скважины.

При определении концентрации химических реагентов учитывается их абсорбция на твердой фазе и стенках скважины, а также их снижение за счет потери раствора на поверхности и в скважине [7–14].

Результаты

Далее представлены лабораторные и экспериментальные исследования, которые помогут научно обосновать и внедрить новые технологии и

технические средства повышения производительности и долговечности работы скважин, предназначенных для добычи высоковязких нефтей из продуктивных пластов со сложными термобарическими условиями.

В лаборатории разработки технологических жидкостей для бурения скважин проведены лабораторные испытания поликатионного бурового раствора с целью подтверждения соответствия технологических параметров предлагаемой рецептуры проектным решениям и оценки ее термостабильности.

Для проведения лабораторных испытаний были приготовлены поликатионные буровые растворы с хлоридом натрия, с хлоридом калия и растворы пресных растворов, составы которых приведены в таблицах 1 и 2.

Растворы с хлоридом натрия и калия имеют глинистую суспензию 3,5 %, а пресный раствор имеет 3 %.

Таблица 1

Раствор с хлоридом натрия/калия

Наименование реагента	Единица измерения	Содержание в 1 л раствора
Глинистая суспензия (3,5 %)	мл	638/640
Компонент № 1	мл	53
Компонент № 2	мл	30
Глицерин	мл	64
Хлорид натрия/калия	г	63,8/32
Флотореагент Т-92 + пента 65 марки В	мл	9 + 3,8
Мел	г	95/96
Барит	г	760/780

Таблица 2

Рецептура пресных растворов

Наименование реагента	Единица измерения	Содержание в 1 л раствора
Глинистая суспензия (3 %)	мл	661
Компонент № 1	мл	40
Компонент № 2	мл	13
Глицерин	мл	40
Флотореагент Т-92 + пента 65 марки В	мл	11 + 3,8
Мел	г	79,4
Барит	г	750

Технологические параметры приготовленного бурового раствора до и после термостатирования в течение 72 часов в статических условиях при температуре 200 °С приведены в таблицах 3, 4.

Результаты тестирований

Параметр раствора	Проектные	Хлорид-натриевый раствор	Хлорид-калиевый раствор		Пресный раствор		
		Фактические					
		До	Через 72 ч	До	Через 72 ч	До	Через 72 ч
Т, °С	49						
Тип раствора	Утяжеленный полимер-глинистый	Поликатионный					
Плотность, г/см ³	1,70	1,67	1,7	1,69	1,7	1,68	1,68
Условная вязкость, с	45–80	–	–	–	–	205	132
Пластическая вязкость, сП	≤ 50	75	61	77	43	92	62
ДНС, дПа	80–160	60	90	65	75	125	130
СНС _{1/10} , дПа	50–90/60–140	20/25	20/25	20/25	15/20	25/35	20/30
Показатель фильтрации АРІ, мл/30 мин	≤ 4 (ВМ-6)	2,6	2,4	2,2	5,6	4	5
Толщина фильтрационной корки, мм	≤ 1	1	1	1	2	1,5	1,5
Показатель рН	9–11	7	7	7	7	7	7
Коэффициент трения корки	≤ 0,3	–	0,1	–	0,1	–	0,09
МВТ, кг/м ³	≤ 50	7	7	7	7	7	10

Выявлено, что пресный раствор с 3 % глинистой суспензии, более низким содержанием компонентов № 1 и № 2 и глицерина, высоким содержанием флотореагента Т-92 + пента 65 марки В (для снижения фильтрации, необходимой для качественного вскрытия продуктивных пластов), а также содержанием мела и барита 79,4 г и 750 г в 1 л соответственно до и после термостатирования в течение 72 часов в статических условиях при температуре 200 °С имеет наибольшие реологические параметры.

Для предупреждения осаждения шлама буровой раствор при прекращении циркуляции должен быстро образовать структуру достаточной прочности, то есть он должен обладать высокими тиксотропными свойствами. Высокое значение раствора СНС в дПа до и после термостатирования 25/35 и 20/30 соответственно, вычисленное через 1 и 10 мин покоя рас-

твор, говорит об его наилучшей способности удерживать шлам, утяжелитель и газ во взвешенном состоянии. Такой раствор, попавший в продуктивный пласт, закупоривает его, снижает поглощения и проявления.

Таблица 4

**Реологические показатели технологических жидкостей
при различной температуре**

Т, °С	Показания прибора при об/мин									
	600	300	200	100	60	30	20	10	6	3
Хлориднатриевый раствор										
До термостатирования										
50	162	87	62	35	23	13	10	6	4	3
80	115	64	47	28	19	12	10	7	5	4
После термостатирования										
50	140	79	57	34	23	14	11	7	5	4
80	103	51	45	28	20	14	11	8	6	5
Хлоридкалийевый раствор										
До термостатирования										
50	167	90	64	36	24	14	11	7	5	3
80	118	66	48	28	19	12	10	7	5	4
После термостатирования										
50	101	58	42	25	18	11	9	6	5	4
80	85	50	38	25	19	13	11	8	7	6
Пресный раствор										
До термостатирования										
50	209	117	84	48	32	19	14	8	6	4
80	161	91	61	38	26	16	13	8	6	5
После термостатирования										
50	150	88	65	39	27	17	13	9	7	5
80	130	76	56	35	25	17	13	9	8	6

Большое содержание добавки флотореагента Т-92 + пента 65 марки В приводит к более эффективному снижению липкости глинистой корки и снижает фильтрацию бурового раствора.

Таким образом, повышается качество вскрытия продуктивных пластов, уменьшается интенсивность обвалообразований в глинах, аргиллитах, сланцах, уменьшается толщина фильтрационной корки, препятствуя сальникообразованиям, затыжкам, что в итоге уменьшает вероятность прихвата буровой колонны и приборов в скважине. Особенно важно, что данная смазочная добавка оказывает минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, концентрации катионных полимеров в диапазоне от 3 до 5 % обеспечивают низкие значения показателей фильтрации в забойных условиях при воздействии высоких температур до 200 °С, нежели при значениях концентрации от 1 до 3 %.

Применение поликатионных систем обеспечивает повышение технико-экономических показателей бурения (увеличивается механическая скорость бурения (фактическая скорость бурения превышает проектную на 40 %), уменьшаются затраты времени на осложнения, связанные с потерей устойчивости ствола скважины, снижаются затраты на утилизацию раствора и времени на бурение.

Выводы

По результатам проведенных лабораторных испытаний было принято решение о применении пресной системы поликатионного раствора. Данный буровой раствор напрямую влияет на механическую скорость бурения, на предотвращение осложнений при строительстве скважин, на вскрытие продуктивных горизонтов, на крепление и освоение скважин.

Разработанная рецептура поликатионного пресного раствора: (глинистая суспензия 3 % — 661 мл; компонент № 1 — 40 мл; глицерин — 40 мл; флотореагент Т-92 + пента 65 марки В — 11 + 3,8 мл; мел — 79,4 г; барит — 750 г) наиболее термостабильна в продуктивных низкопористых коллекторах с высокими термобарическими условиями.

Основным достоинством выбранной пресной системы поликатионного бурового раствора являются его ингибирующая способность, удовлетворительные смазочные свойства и слабое загрязняющее действие на продуктивный пласт.

Пресная система поликатионного раствора выбрана с учетом фактических геологических условий для различных интервалов скважины.

Список источников

1. Овчинников, В. П. Буровые и промывочные растворы : учебное пособие / В. П. Овчинников, Н. А. Аксенова ; Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень : Экспресс, 2008. – 307 с. – Текст : непосредственный.
2. Овчинников, В. П. Разработка высокотехнологичной компоновки заканчивания горизонтальной скважины с целью максимизации извлечения углеводородного сырья из баженовской свиты / В. П. Овчинников. – Текст : непосредственный // Технологические решения строительства скважин на месторождениях со сложными геолого-технологическими условиями их разработки : материалы международной научно-практической конференции, Тюмень, 15 февраля 2021 г. – Тюмень : ТИУ, 2021. – С. 69–73.
3. Павельева, О. Н. Изменение фильтрационных свойств в породах коллекторах при бурении / О. Н. Павельева, Ю. Н. Павельева, В. П. Овчинников. – Saarbrücken, Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 424 с. – Текст : непосредственный.
4. Изменения фильтрационных свойств в породах коллекторах при бурении / О. Н. Павельева, Ю. Н. Павельева, Л. А. Паршукова, В. П. Овчинников. – Текст : непосредственный // Недропользование XXI век. – 2020. – № 1 (83). – С. 64–69.

5. Павельева, О. Н. Разработка технологий и технических средств сооружения скважин, предназначенных для добычи высоковязких нефтей / О. Н. Павельева. – Текст : непосредственный // Бурение скважин в осложненных условиях : тезисы докладов III Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2018. – С. 102–104.

6. Процессы изменения фильтрационных свойств коллекторов нефти и газа при сооружении и эксплуатации скважин : учебное пособие / В. П. Овчинников, А. В. Поднебесных, И. Г. Яковлев [и др.]. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – 331 с. – Текст : непосредственный.

7. Шемелина, О. Н. Анализ технико-экономических показателей бурения при использовании полимерных растворов / О. Н. Шемелина. – Текст : непосредственный // К вершинам познания : материалы X Международной научно-практической конференции, Ноябрьск, 01–30 июня 2020 г. / Под редакцией С. П. Зайцевой. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 173–177.

8. Технологические решения для строительства скважин на месторождениях высоковязких сланцевых углеводородов / В. П. Овчинников, О. В. Рожкова, С. Н. Бастриков [и др.]. – DOI 10.31660/0445-0108-2021-3-52-62. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2021. – № 3. – С. 52–62.

9. Павельева, О. Н. Исследование условий эффективной проводки скважин на объектах разработки с трудноизвлекаемыми запасами / О. Н. Павельева, В. А. Голозубенко. – Текст : непосредственный // Наука. Общество. Человек : сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, Смоленск, 15 мая 2019 г. – Смоленск : Международный научно-информационный центр «Наукосфера», 2019. – С. 23–25.

10. Павельева, О. Н. Разработка технологий и технических средств бурения скважин / О. Н. Павельева. – Текст : непосредственный // Трудноизвлекаемые запасы нефти и газа 2019 : сборник статей, докладов и выступлений Всероссийской научно-технической конференции, Уфа, 15 мая 2019 г. – Уфа : Нефтегазовое дело, 2019. – С. 79–80.

11. Шемелина, О. Н. Основные положения бурения в баженовской свите / О. Н. Шемелина. – Текст : непосредственный // Булатовские чтения : сборник статей. – 2020. – Т. 3. – С. 377–379.

12. Шемелина, О. Н. Анализ разработки баженовской свиты на Салымском месторождении / О. Н. Шемелина. – Текст : непосредственный // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 437–440.

13. Шемелина, О. Н. Анализ сооружения скважин, предназначенных для добычи высоковязких нефтей / О. Н. Шемелина. – Текст : непосредственный // Проблемы геологии и освоения недр : труды XXV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию горно-геологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 05–09 апреля 2021 г. – Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2021. – С. 363–364.

14. Шемелина, О. Н. Разработка рецептуры бурового раствора / О. Н. Шемелина, В. П. Овчинников. – Текст : непосредственный // Проблемы геологии и освоения недр : труды XXIV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Томск, 06–10 апреля 2020 г. – Т. 2. – С. 439–440.

References

1. Ovchinnikov, V. P., & Aksenova, N. A. (2008). Burovye i promyvochnye rastvory. Tyumen, Ekspres Publ., 307 p. (In Russian).
2. Ovchinnikov, V. P. (2021). Razrabotka vysokotekhnologichnoy komponovki zakanchivaniya gorizonta'noy skvazhiny s tsel'yu maksimizatsii izvlecheniya uglevodородного syr'ya iz bazhenovskoy svity. Tekhnologicheskie resheniya stroitel'stva skvazhin na mestorozhdeniyakh so slozhnymi geologo-tekhnologicheskimi usloviyami ikh razrabotki: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Tyumen, February 15, 2021. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 69-73. (In Russian).
3. Paveleva, O. N., Paveleva, Yu. N., & Ovchinnikov, V. P. (2019). Izmenenie fil'tratsionnykh svoystv v porodakh kollektorakh pri bureanii. Germany, Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 424 p. (In Russian).
4. Pavelyeva, O. N., Pavelyeva, Yu. N., Parshukova, L. A., & Ovchinnikov, V. P. (2020). Changes in filtration properties of rocks reservoirs while drilling. Nedropol'zovaniye XXI vek, (1(83)), pp. 64-69. (In Russian).
5. Pavelyeva, O. N. (2018). Razrabotka tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv sooruzheniya skvazhin, prednaznachennykh dlya dobychi vysokovyazkikh neftey. Burenie skvazhin v oslozhnennykh usloviyakh: tezisy dokladov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. St. Petersburg, St Petersburg University Publ., pp. 102-104. (In Russian).
6. Ovchinnikov, V. P., Podnebesnykh, A. V., Yakovlev, I. G., Ovchinnikov, P. V., Saltykov, V. V., Rozhkova, O. V., & Pavelyeva, O. N. (2019). Protsessy izmeneniya fil'tratsionnykh svoystv kollektorov nefi i gaza pri sooruzhenii i ekspluatatsii skvazhin, Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 331 p. (In Russian).
7. Shemelina, O. N. (2021). Analiz tekhniko-ekonomicheskikh pokazateley bureniya pri ispol'zovanii polimernykh rastvorov. K vershinam poznaniya: materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Noyabrsk, June 01-30, 2020. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 173-177. (In Russian).
8. Ovchinnikov, V. P., Rozhkova, O. V., Batrikov, S. N., Leontiev, D. S., & Ovchinnikov, P. V. (2021). Technological solutions for well construction in high-viscous shale hydrocarbon fields. Oil and Gas Studies, (3), pp. 52-62. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2021-3-52-62
9. Pavelyeva, O. N., & Golozubenko V. A. (2019). Issledovanie usloviy effektivnoy provodki skvazhin na ob'ektakh razrabotki s trudnoizvlekaemymi zapasami. Nauka. Obshchestvo. Chelovek: sbornik nauchnykh trudov po materialam II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Smolensk, May 15, 2019. Smolensk, Mezhdunarodnyy nauchno-informatsionnyy tsentr "Naukosfera" Publ., pp. 23-25. (In Russian).
10. Pavelyeva, O. N. (2019). Razrabotka tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv bureniya skvazhin. Trudnoizvlekaemye zapasy nefi i gaza 2019: sbornik statey, dokladov i vystupleniy Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Ufa, May 15, 2019. Ufa, Neftegazovoe delo Publ., pp. 79-80. (In Russian).
11. Shemelina, O. N. (2020). Drilling guidelines for the Bazhenov formation. Bulatov readings. Tom 3, pp. 377-379. (In Russian).
12. Shemelina, O. N. (2020). Analysis of the development of the Bazhenov formation at the Salym field. Bulatov readings. Tom 2, pp. 437-440. (In Russian).

13. Shemelina, O. N. (2021). Analiz sooruzheniya skvazhin prednaznachennykh dlya dobychi vysokovyazkikh neftey. Problemy geologii i osvoeniya nedr: trudy XXV Mezhdunarodnogo simpoziuma imeni akademika M. A. Usova studentov i molodykh uchenykh, posvyashchennogo 120-letiyu gorno-geologicheskogo obrazovaniya v Sibiri, 125-letiyu so dnya osnovaniya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, Tomsk, April 05-09, 2021. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ., pp. 363-364. (In Russian).

14. Shemelina, O. N. (2020). Razrabotka retseptury burovogo rastvora. Problemy geologii i osvoeniya nedr: trudy XXIV Mezhdunarodnogo simpoziuma imeni akademika M. A. Usova studentov i molodykh uchenykh, posvyashchennogo 75-letiyu Pobedy v Velikoy Otechestvennoy voyne, Tomsk, April 06-10, 2020. Tom 2, pp. 439-440. (In Russian).

Информация об авторах

Information about the authors

Овчинников Василий Павлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой бурения нефтяных и газовых скважин, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Vasily P. Ovchinnikov, Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Drilling Oil and Gas Wells, Industrial University of Tyumen

Шемелина Ольга Николаевна, аспирант, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, shemelinaon@tyuiu.ru

Olga N. Shemelina, Postgraduate, Industrial University of Tyumen, shemelinaon@tyuiu.ru

Статья поступила в редакцию 19.05.2022; одобрена после рецензирования 06.06.2022; принята к публикации 10.06.2022.

The article was submitted 19.05.2022; approved after reviewing 06.06.2022; accepted for publication 10.06.2022.