



ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ. СТОМАТОЛОГИЯ
ORIGINAL ARTICLE. STOMATOLOGY

DOI: 10.22363/2313-0245-2018-22-4-415-420

**АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ОБЛИЦОВОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
CERAMAGE (SHOFU) И ULTRAGLASS (ВЛАДМИВА)**

**А.В. Цимбалистов, А.А. Копытов, В.П. Чуев,
Р.И. Асадов, Д.В. Винаков**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия

По данным Минпромторга, степень зависимости медицинской промышленности и практической медицины от импорта составляет 81%. Критическая зависимость обуславливает дефицит недорогих расходных материалов, лекарственных препаратов и медицинских изделий и как следствие удорожание медицинских услуг, что оценивается как угроза национальной безопасности. В различных регионах Российской Федерации в общей структуре оказания стоматологической помощи больным во всех возрастных группах дефекты зубной дуги составляют от 40 до 75%. Несъемное протезирование социально незащищенным слоям населения проводят преимущественно мостовидными протезами с облицовыванием металлического каркаса пластмассой горячего отверждения, недолговечной из-за низких прочностных характеристик, значительного истирания и гигроскопичности. В значительной степени срок эксплуатации несъемных протезов определяется совокупностью физико-механических свойств облицовочного материала, таких как предел прочности на изгиб, модуль упругости и твердости. Прочность на изгиб характеризует возможность сопротивления материала воздействию неосевой окклюзионной нагрузки, модуль упругости определяет жесткость материала и его способность выдерживать приложенные нагрузки без значительных деформаций, а твердость характеризует износостойкость материала и его способность противостоять истиранию зубами-антагонистами. В настоящей работе представлены результаты исследования физико-механических свойств облицовочных композиционных материалов: Ceramage (Shofu, Япония) и UltraGlass (Владмива, Россия). Выявленные отличия показателей прочности при изгибе, модуля упругости и микротвердости по Виккерсу материала UltraGlass позволяют рекомендовать его к широкому клиническому применению. Расширение ассортимента отечественных материалов для ортопедической стоматологии путем разработки облицовочного композиционного материала UltraGlass способствует повышению качества оказания стоматологической помощи населению, имеющему социальные льготы.

Ключевые слова: несъемные зубные протезы, физико-механические свойства композиционных облицовочных материалов, UltraGlass, Ceramage

Ответственный за переписку: Цимбалистов Александр Викторович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии, НИУ «Белгородский государственный университет», заслуженный врач РФ, заместитель директора медицинского института. ул. Победы, 85, корп. 17, г. Белгород, 308015, Россия. E-mail: tsymbalistov@bsu.edu.ru

Для цитирования: Цимбалистов А.В., Копытов А.А., Чуев В.П., Асадов Р.И., Винаков Д.В. Анализ механических характеристик облицовочных композиционных материалов ceramage (shofu) и ultraglass (владмива) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2018. Т. 22. № 4. С. 415—420. DOI: 10.22363/2313-0245-2018-22-4-415-420.

For citation: Tscymbalystov A.V., Kopytov A.A., Chuev V.P., Asadov R.I., Vinakov D.V. (2018). The Analysis of Physical and Mechanical Characteristics of Facing Composite Materials Ceramage (Shofu) And Ultraglass (Vladmiva). *RUDN Journal of Medicine*, 22 (4), 415—420. DOI: 10.22363/2313-0245-2018-22-4-415-420.

Актуальность. По отраслевой программе импортозамещения, внутренний рынок в РФ к 2020 году должен быть заполнен до 40 процентов отечественными медицинскими препаратами [1—3]. Укрепление позиций российских производителей на рынке и независимость от конъюнктуры возможны только при изготовлении ими медицинских изделий и материалов, имеющих подтвержденное качество и доказанную эффективность.

В различных регионах Российской Федерации в общей структуре оказания стоматологической помощи больным во всех возрастных группах дефекты зубной дуги составляют от 40 до 75% [4, 5].

Несъемное протезирование социально незащищенным слоям населения проводят преимущественно мостовидными протезами с облицовыванием металлического каркаса пластмассой горячего отверждения, недолговечной из-за низких прочностных характеристик, значительного истирания и гигроскопичности [6, 7].

В условиях оказания стоматологической помощи населению, имеющему социальные льготы, мостовидные протезы с облицовкой из композитных материалов имеют преимущества перед металлопластмассовыми протезами за счет высоких физико-механических характеристик и эстетических показателей и перед металлокерамическими протезами за счет значительного снижения себестоимости и временных затрат.

В значительной степени срок эксплуатации несъемных протезов определяется совокупностью физико-механических свойств облицовочного материала, таких как предел прочности на изгиб, модуль упругости и твердости. Прочность на изгиб характеризует возможность сопротивления материала воздействию неосевой окклюзионной нагрузки, модуль упругости определяет жесткость материала и его способность выдерживать приложенные нагрузки без значительных деформаций, а твердость характеризует износостойкость материала и его способность противостоять истиранию зубами-антагонистами [7—12].

Основываясь на многолетнем опыте разработки облицовочных композиционных материалов, фирма Shofu Dental реализует на рынке композиционный материал Ceramage, содержащий около 73% микроскопического керамического наполнителя. Высокий уровень популярности Ceramage и обусловил сравнение его физико-механических характеристик с физико-механическими характеристиками разработанного материала UltraGlass («ВладМиВа»).

Цель исследования — сравнительная оценка физико-механических характеристик облицовочных композитных материалов Ceramage и UltraGlass.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследования изготавливались образцы композитных материалов: Ceramage опакового дентина «Oraque Dentin» (Ceramage OD) и Ceramage режущего края Incisal (Ceramage I). Сравнение проводили с отечественным материалом UltraGlass опакового дентина (UltraGlass OD) и режущего края (UltraGlass I).

Определение прочности на изгиб и модуля упругости выполнено в соответствии с ISO 10477-92 на испытательной машине Instron 2519-107. Для проведения испытаний изготовили по 6 образцов каждого из исследуемых композиционных материалов. В процессе подготовки одну из металлических пластин накрывали полиэфирной пленкой и устанавливали на ней форму для приготовления образцов. Заполняли форму испытуемым материалом, помещали сверху вторую полиэфирную пленку и с помощью зажима сдавливали образец для удаления излишков материала. После заполнения формы образцы полимеризовали на аппарате Preci NT Shuttle II. Отвержденные образцы опускали в сосуд с дистиллированной водой и помещали в термостат с температурой 37,0 °C на 24 часа. Затем образцы переносили на испытательную машину Instron 2519-107. Статистический анализ данных, расчет величин прочности на изгиб, модуля упругости проводился автоматически программой Bluehill-3.

Оценка твердости образцов облицовочных композитных материалов по Виккерсу проводилась в соответствии со стандартом ISO 6507-1-2007 путем вдавливания четырехгранной алмазной пирамиды с углом между противоположными гранями 136° на автоматическом микротвердомере Digital Display Microhardness Tester, Model HVS-1000 В. Подготовка образцов осуществлялась на лабораторном станке для автоматического шлифования и полирования образцов — LaboPol-5.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Предел прочности на изгиб у UltraGlass OD составил $193,74 \pm 0,59$ МПа, что на 38,8% превышает показатели Ceramage OD ($139,54 \pm 2,13$ МПа). Показатели прочности на изгиб у материала UltraGlass I ($201,56 \pm 2,34$ МПа) превышают на 37,5% таковые у Ceramage I ($146,62 \pm 2,03$ МПа). Сравнительная оценка физико-механических характеристик облицовочных композиционных материалов представлена в табл. 1.

Table 1 / Таблица 1

Показатели физико-механических характеристик композитных облицовочных материалов /
Indicators of physico-mechanical characteristics of composite facing materials

Показатели / Indicators	Массы для восстановления дентинного слоя / (Masses to recover dentinal layer)		Массы для восстановления режущего края / Masses to restore the cutting edge	
	Представители / Representatives			
	Ceramage OD	UltraGlass OD	Ceramage I	UltraGlass I
Предел прочности на изгиб (МПа)* / Flexural Strength (MPa) *	$139,54 \pm 2,13$	$193,74 \pm 0,59$ 38,8%	$146,62 \pm 2,03$	$201,56 \pm 2,34$ 37,5%
Модуль упругости (ГПа)* / Elastic modulus (GPa) *	$10,62 \pm 0,34$	$15,35 \pm 0,17$ 43,2%	$12,45 \pm 0,51$	$15,88 \pm 0,83$ 27,6%
Твердость по Виккерсу (МПа)* / Vickers hardness (MPa) *	$716,14 \pm 1,76$ 32,5%	$540,44 \pm 0,74$	$602,26 \pm 1,54$ 20,7%	$498,89 \pm 1,09$

*Различия физико-механических характеристик композиционных облицовочных материалов достоверны при $p < 0,05$ /

*Differences in the physico-mechanical characteristics of composite facing materials are significant at $p < 0.05$.

В процессе разрушения пищевого комка вертикальные окклюзионные нагрузки воздействуют только в момент центральной окклюзии, в остальное время действуют неосевые нагрузки («горизонтальные»), которые обуславливают возникновение напряженно-деформирующих состояний, концентрирующихся в месте сопряжения облицовочного материала с металлическим каркасом, что приводит к нарушению целостности мостовидного протеза [5, 6].

Модуль упругости у UltraGlass OD составил $15,35 \pm 0,17$ ГПа, что на 43,2% больше показателей Ceramage^oOD ($10,72 \pm 0,34$ ГПа); у материала UltraGlass I этот показатель равен $15,88 \pm 0,83$ ГПа, что на 27,6% больше модуля упругости Ceramage^oI ($12,45 \pm 0,51$ ГПа). Важным показателем, определяющим жесткость материала и его способность выдерживать приложенные нагрузки

без необратимых деформаций, является показатель модуля упругости (эластичности). Материал с низким значением модуля упругости является гибким, что приводит к уменьшению прочности конструкции, вследствие возникновения переломов в результате усталости материала.

Твердость по Виккерсу у UltraGlass OD равна $540,44 \pm 0,74$ МПа, что ниже на 32,5% показателей Ceramage^oOD ($716,14 \pm 1,76$ МПа). У материала Ceramage^oI твердость по Виккерсу составила $602,26 \pm 1,54$ МПа, что превосходит показатели UltraGlass I ($498,89 \pm 1,09$ МПа) на 20,7%. Твердость по Виккерсу эмали естественных зубов по данным различных источников колеблется от 3047 до 3845 Мпа [12—15]. Если твердость облицовочного материала значительно выше твердости эмали, то при высоких окклюзионных нагрузках напряжение концентрируется

на границе «облицовочный материал — металлический каркас», что может приводить к сколам облицовочного материала. При уменьшении твердости облицовочного материала до 30% от твердости эмали как у исследуемых образцов увеличивается напряжение в облицовочном материале, что вызывает ее абразивный износ, предотвращая истираемость эмали зуба-антагониста [15—17]. Это обретает особую значимость при восстановлении жевательной эффективности пациентов, предрасположенных к развитию кариозной болезни (со сниженными прочностными характеристиками эмали).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологии производства наноструктурированных композиционных материалов оптимизируются различными путями. Физико-механические свойства материала Ceramage повышаются за счет включения в состав керамических нанонаполнителей, материала UltraGlass — армированием нановолокнами органической матрицы. Благодаря бимодальному наполнителю и оригинальной формуле олигомера, наполненность которого составляет 79%, UltraGlass обладает эстетикой нанокompозита, устойчивостью к истиранию и низким коэффициентом термического расширения [18—20].

Композиционный материал UltraGlass продемонстрировал показатели твердости по Виккерсу, незначительно уступающие показателям Ceramage, при этом прочность на изгиб и модуль упругости UltraGlass превосходят таковые у Ceramage, что определяет предпочтение при выборе облицовочного материала в процессе восстановления жевательной эффективности несъемными протезами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Копытов А.А.* Технологизация управления информационно-коммуникативным пространством российского вуза как фактор повышения уровня конкурентоспособности: дисс. ... канд. социол. наук. Орел, 2014.
2. *Дзанаева А.В., Омеляновский В.В., Кагермазов С.А.* Принципы импортозамещения лекарственных препара-

- ратов // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2015. Т. 8. № 2. С. 38—42.
3. Постановление Правительства РФ № 305 от 15 апреля 2014 года Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности» на 2013—2020 годы.
4. *Бровко В.В.* Клинико-эпидемиологический анализ результатов ортопедического лечения больных с частичным отсутствием зубов с учетом возрастных показателей: дисс. ... канд. мед. наук. Москва, 2011.
5. *Varaba A.* Минимально инвазивная технология замещения удаленных зубов // Dental Forum. 2017. № 4. С. 82.
6. *Тё Е.А., Чащина А.О.* Актуальные аспекты профилактики вторичного кариеса зубов // Клиническая стоматология. 2016. № 2 (78). С. 14—18.
7. *Загорский В.В.* Морфофункциональные характеристики твердых тканей зубов (морфологическое и биомеханическое исследование): дисс. ... канд. мед. наук. Москва, 2017.
8. *Morales-Rodríguez A., Gallardo-López A., Fernández-Serrano A., Muñoz A., Domínguez-Rodríguez A., Poyato R.* Improvement of vickers hardness measurement on swnt/al2o3 composites consolidated by spark plasma sintering // Journal of the European Ceramic Society. 2014. Т. 34. № 15. С. 3801—3809.
9. *Leshchuk L.S.* Durability of dental products at dynamic contact with hard tooth tissues. experimental research // Новинки стоматологии. 2014. № 1 (78). С. 105—110.
10. *Новак Н.В., Байтис Н.А.* Анализ физико-механических характеристик твердых тканей зуба и пломбирочных материалов // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2016. Т. 15. № 1. С. 19.
11. *Niu Lin, Lu Yi, Liu Yue-sheng.* Application of Ceramage modified fixed Maryland Bridge for aesthetic restoration of anterior dentition defects // Chinese Journal of Aesthetic Medicine. 2011. № 04.7-16.
12. *Матюнин В.М., Марченков А.Ю., Агафонов Р.Ю.* Способ определения твердости материалов вдавливанием пирамиды на разных масштабных уровнях индентирования // Технология металлов. 2014. № 6. С. 44—47.
13. *Николаенко С.А., Печенегина Е.В., Зубарев А.И., Федоров Ю.В., Лобауэр У.* Сравнительная характеристика износостойкости современных полимерных композитов // Клиническая стоматология. 2017. № 3 (83). С. 4—9.
14. *Li Xiao, Jin Zhu-kun, Yang Kai, Zhao Hui.* Mechanical characteristic and monomer conversion effects of post heated and press on ceramage ceramic optimized polymer material // Chinese Journal of Prosthodontics. 2011-03. 98—109.

15. *Chen H., Yang L., Long J.* First-principles investigation of the elastic, vickers hardness and thermodynamic properties of al-cu intermetallic compounds // *Superlattices and Microstructures*. 2015. Т. 79. С. 156—165.
16. *Гребенюк С.М., Клименко М.И.* Определение эффективного модуля упругости композита при нормальном распределении модулей упругости волокна и матрицы // *Вестник Херсонского национального технического университета*. 2014. № 3 (50). С. 254—258.
17. *Матвеев Д.В., Соколов П.Е., Лазе Р., Петрикас О.А.* Исследование прочности на изгиб армированного композита // *Тверской медицинский журнал*. 2016. № 4. С. 73—75.
18. *Kandemir A.C., Courty D., Spolenak R., Ramakrishna S.N., Erdem D.* Gradient nanocomposite printing by dip pen nanolithography // *Composites Science and Technology*. 2017. Т. 138. С. 186—200.
19. *Teng Ji-li, Luo Lin, liang Xing, Wang Hang.* An in vitro study of the marginal fit and fracture strength of Ceramage ceramic optimized polymer crowns // *International Journal of Stomatology*. 2010-03. 34—51.
20. *Соколов Н.А., Климова Е.А., Пономарева К.Г., Полякова Е.А., Бродина Т.В.* Исследование микробиологических и биохимических изменений в полости рта после терапии кариеса // *Медицинский альянс*. 2017. № 2. С. 74—79.

Поступила 09.10.2018
Принята 22.11.2018

DOI: 10.22363/2313-0245-2018-22-4-415-420

THE ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF FACING COMPOSITE MATERIALS CERAMAGE («SHOFU») AND ULTRAGLASS («VLADMIVA»)

A.V. Tscymbalystov, A.A. Kopytov, V.P. Chuev,
R.I. Asadov, D.V. Vinakov

Federal state autonomous educational institution of higher education
“Belgorod State National Research University” (National Research University “BelSU”),
Belgorod, Russia

Abstract. According to the Ministry of Industry and Trade, the degree of dependence of the medical industry and practical medicine on imports is 81%. Critical dependence causes a shortage of inexpensive consumables, medicines and medical devices, and as a consequence of the increase in the cost of medical services, which is estimated as a threat to national security. In various regions of the Russian Federation in the general structure of dental care for patients in all age groups, dental arch defects range from 40 to 75%. Non-removable prosthetics for socially unprotected segments of the population are carried out mainly by bridges with lining the metal frame with hot-curing plastic, short-lived due to low strength characteristics, significant abrasion, and hygroscopicity. To a large extent, the service life of fixed prostheses is determined by the combination of the physico-mechanical properties of the facing material, such as flexural strength, modulus of elasticity, and hardness. Flexural strength characterizes the ability of a material to resist uniaxial occlusal loading, the modulus of elasticity determines the stiffness of a material and its ability to withstand applied loads without significant deformations, and the hardness characterizes the wear resistance of a material and its ability to withstand abrasion by antagonists. This paper presents the results of a study of the physico-mechanical properties of facing composite materials: Ceramage (Shofu, Japan) and Ultra Glass (VladMiVa, Russia). The revealed differences in flexural strength, modulus of elasticity and Vickers microhardness of the material “UltraGlass” allow us to recommend it for widespread clinical use. Expanding the range of domestic materials for orthopedic dentistry by developing a coating composite material UltraGlass helps to improve the quality of dental care to the population with social benefits.

Key words: fixed dentures, physico-mechanical properties of composite facing materials, UltraGlass

Corresponding author: A.V. Tscymbalystov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, Belgorod State University National Research University, Honored Doctor of the Russian Federation, Deputy Director of the Medical Institute. Address: 308015, Russia, Belgorod, ul. Victory, 85, Bldg. 17. E-mail: tsymbalystov@bsu.edu.ru

REFERENCES

1. Kopytov A.A. Tekhnologizatsiya upravleniya informacionno-kommunikativnym prostranstvom rossijskogo vuza kak faktor povysheniya urovnya konkurentosposobnosti. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sociologicheskikh nauk. Rossijskaya akademiya narodnogo hozyajstva i gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente RF. Orel, 2014.
2. Dzanaeva A.V., Omel'yanovskij V.V., Kagermazov S.A. Principy importozameshcheniya lekarstvennykh preparatov. *Farmakoekonomika. Sovremennaya farmakoekonomika i farmakoepidemiologiya*. 2015. T. 8. № 2. S. 38—42.
3. Postanovlenie Pravitel'stva RF № 305 ot 15 aprelya 2014 goda Ob utverzhenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii — Razvitie farmacevticheskoy i medicinskoj promyshlennosti na 2013—2020 gody.
4. Brovko V.V. Kliniko-ehpidemiologicheskij analiz rezultatov ortopedicheskogo lecheniya bol'nyh s chastichnym otsutstviem zubov s uchetom voznrasnykh pokazatelej. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata medicinskih nauk. Moskva, 2011.
5. Baraba A. Minimal'no invazivnaya tekhnologiya zameshcheniya udalennykh zubov. *Dental Forum*. 2017. № 4. S. 82.
6. Tyo E.A., CHashchina A.O. Aktual'nye aspekty profilaktiki vtorichnogo kariesa zubov. *Klinicheskaya stomatologiya*. 2016. № 2 (78). S. 14—18.
7. Zagorskij V.V. Morfofunkcional'nye karakteristiki tvyordyh tkanej zubov, morfologicheskoe i biomekhanicheskoe issledovanie. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata medicinskih nauk. Moskva, 2017.
8. Morales-Rodríguez A., Gallardo-López A., Fernández-Serrano A., Muñoz A., Domínguez-Rodríguez A., Poyato R. Improvement of vickers hardness measurement on swnt/al2o3 composites consolidated by spark plasma sintering. *Journal of the European Ceramic Society*. 2014. T. 34. № 15. S. 3801—3809.
9. Leshchuk L.S. Durability of dental products at dynamic contact with hard tooth tissues. experimental research. *Novinki stomatologii*. 2014. № 1 (78). S. 105—110.
10. Novak N.V., Bajtus N.A. Analiz fiziko-mekhanicheskikh karakteristik tverdykh tkanej zuba i plombirovochnykh materialov. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. 2016. T. 15. № 1. S. 19.
11. Niu Lin, Lu Yi, Liu Yue-sheng. Application of Ceramage modified fixed Maryland Bridge for aesthetic restoration of anterior dentition defects. *Chinese Journal of Aesthetic Medicine*. 2011. № 04.7-16
12. Matyunin V.M., Marchenkov A.Yu., Agafonov R.Yu. Sposob opredeleniya tverdosti materialov vdavlivaniem piramidy na raznykh masshtabnykh urovnyakh indentirovaniya. *Tekhnologiya metallov*. 2014. № 6. S. 44—47.
13. Nikolaenko S.A., Pechenegina E.V., Zubarev A.I., Fedorov Yu.V., Lobauehr U. Sravnitel'naya karakteristika iznosostojkosti sovremennykh polimernykh kompozitov. *Klinicheskaya stomatologiya*. 2017. № 3 (83). S. 4—9.
14. Grebenyuk S.M., Klimenko M.I. Opredelenie effektivnogo modulya uprugosti kompozita pri normal'nom raspredelenii modulej uprugosti volokna i matricy. *Vestnik Hersonskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta*. 2014. № 3 (50). S. 254—258.
15. Matveev D.V., Sokolov P.E., Laze R., Petrikas O.A. Issledovanie prochnosti na izgib armirovannogo kompozita. *Tverskoj medicinskij zhurnal*. 2016. № 4. S. 73—75.
16. Li Xiao, Jin Zhu-kun, Yang Kai, Zhao Hui. Mechanical characteristic and monomer conversion effects of post heated and press on ceramage ceramic optimized polymer material. *Chinese Journal of Prosthodontics*. 2011-03. 98—109.
17. Chen H., Yang L., Long J. First-principles investigation of the elastic, vickers hardness and thermodynamic properties of al-cu intermetallic compounds. *Superlattices and Microstructures*. 2015. T. 79. S. 156—165.
18. Kandemir A.C., Courty D., Spolenak R., Ramakrishna S.N., Erdem D. Gradient nanocomposite printing by dip pen nanolithography. *Composites Science and Technology*. 2017. T. 138. S. 186—200.
19. Teng Ji-li, Luo Lin, Liang Xing, Wang Hang. An in vitro study of the marginal fit and fracture strength of Ceramage ceramic optimized polymer crowns. *International Journal of Stomatology*. 2010-03. 34—51.
20. Sokolovich N.A., Klimova E.A., Ponomareva K.G., Polyakova E.A., Brodina T.V. Issledovanie mikrobiologicheskikh i biohimicheskikh izmenenij v polosti rta posle terapii kariesa. *Medicinskij al'yans*. 2017. № 2. S. 74—79.

Received 09.10.2018

Accepted 22.11.2018