

Классификация способов и оборудования рекуперации вторичных вод

Геннадий В. Калашников 1 kagen5@yandex.ru
Иван М. Атисков 1 nagi.soichero@mail.ru

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Вопросы очистки вторичных вод промышленного производства занимают важное место и являются актуальными в экологической деятельности всех предприятий пищевой и химической отраслей. Для очистки транспортно-моечной воды свеклосахарного производства ключевую роль играет оборудование очистных сооружений. Большое многообразие оборудования очистки сточных вод классифицируется по различным способам. Применяемые типовые конструкции – это отстойники, гидроциклоны, сепараторы, центрифуги. В свою очередь они имеют разную степень очистки, производительность по поступающей суспензии и очищенной вторичной воде. Данное оборудование делится по конструкциям в зависимости от диапазона удаляемых частиц. Составлена общая классификация способов очистки транспортно-моечной воды, а также соответствующего оборудования. На основе анализа процессов и аппаратного оформления выделены основные способы очистки сточных вод: механический, физико-химический, комбинированный, биологический и дезинфекция. Для повышения степени очистки и снижения технико-экономических затрат широко используется комбинированный способ. Основная задача участка очистки транспортно-моечных вод свеклосахарного производства – обеспечение предприятия водой в необходимом количестве и соответствующего качества при экономном использовании водных ресурсов с учетом отсутствия загрязнения поверхностных и подземных вод производственными сточными водами. В сахарной промышленности в настоящее время широко применяются новые виды моечного оборудования зарубежного производства, требующие для нормальной работы высокое качество и большое количество очищенной транспортно-моечной воды. Предложенная классификация позволяет осуществить сравнительный технико-экономический анализ при выборе способов и оборудования рекуперации вторичных вод. Рассмотрено основное оборудование рекуперации вторичных вод, используемое на свеклосахарном заводе. Наиболее распространенным на свеклоперерабатывающем предприятии является радиальный отстойник.

Ключевые слова: очистка, вода, оборудование, классификация, транспортно-моечная вода сахарного производства

Classification of methods and equipment recovery secondary waters

Gennadii V. Kalashnikov 1 kagen5@yandex.ru
Ivan M. Atiskov 1 nagi.soichero@mail.ru

1 Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. The issues of purification of secondary waters of industrial production have an important place and are relevant in the environmental activities of all food and chemical industries. For cleaning the transporter-washing water of beet-sugar production the key role is played by the equipment of treatment plants. A wide variety of wastewater treatment equipment is classified according to various methods. Typical structures used are sedimentation tanks, hydrocyclones, separators, centrifuges. In turn, they have a different degree of purification, productivity through the incoming suspension and purified secondary water. This is equipment is divided into designs, depending on the range of particles to be removed. A general classification of methods for cleaning the transporter-washing water, as well as the corresponding equipment, is made. Based on the analysis of processes and instrumentation, the main methods of wastewater treatment are identified: mechanical, physicochemical, combined, biological and disinfection. To increase the degree of purification and reduce technical and economic costs, a combined method is widely used. The main task of the site for cleaning the transporter-washing waters of sugar beet production is to provide the enterprise with water in the required quantity and quality, with economical use of water resources, taking into account the absence of pollution of surface and groundwater by industrial wastewater. In the sugar industry is currently new types of washing equipment of foreign production are widely used, which require high quality and a large amount of purified transporter-washing water for normal operation. The proposed classification makes it possible to carry out a comparative technical and economic analysis when choosing the methods and equipment for recuperation of secondary waters. The main equipment secondary water recovery used at the beet-sugar plant is considered. The most common beet processing plant is a radial settler.

Keywords: purification, water, equipment, classification, transporter-washing water of sugar production

Введение

Вода занимает второе место по используемым ресурсам в мире. Для сохранения экологии окружающего мира и экономии используемой

воды используются различные способы и оборудование очистки сточных вод. Для каждой промышленности используются свои способы очистки.

Для цитирования

Калашников Г. В., Атисков И. М. Классификация оборудования рекуперации вторичных вод // Вестник ВГУИТ. 2017. № 3. С. 154–158. doi:10.20914/2310-1202-201-3-154-158

For citation

Kalashnikov G. V., Atiskov I. M. Hydrodynamic properties of sedimentation particles decantation process in secondary recovery water. Vestnik VSUET [Proceedings of VSUET]. 2017. no. 3. pp. 154–158. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-201-3-154-158

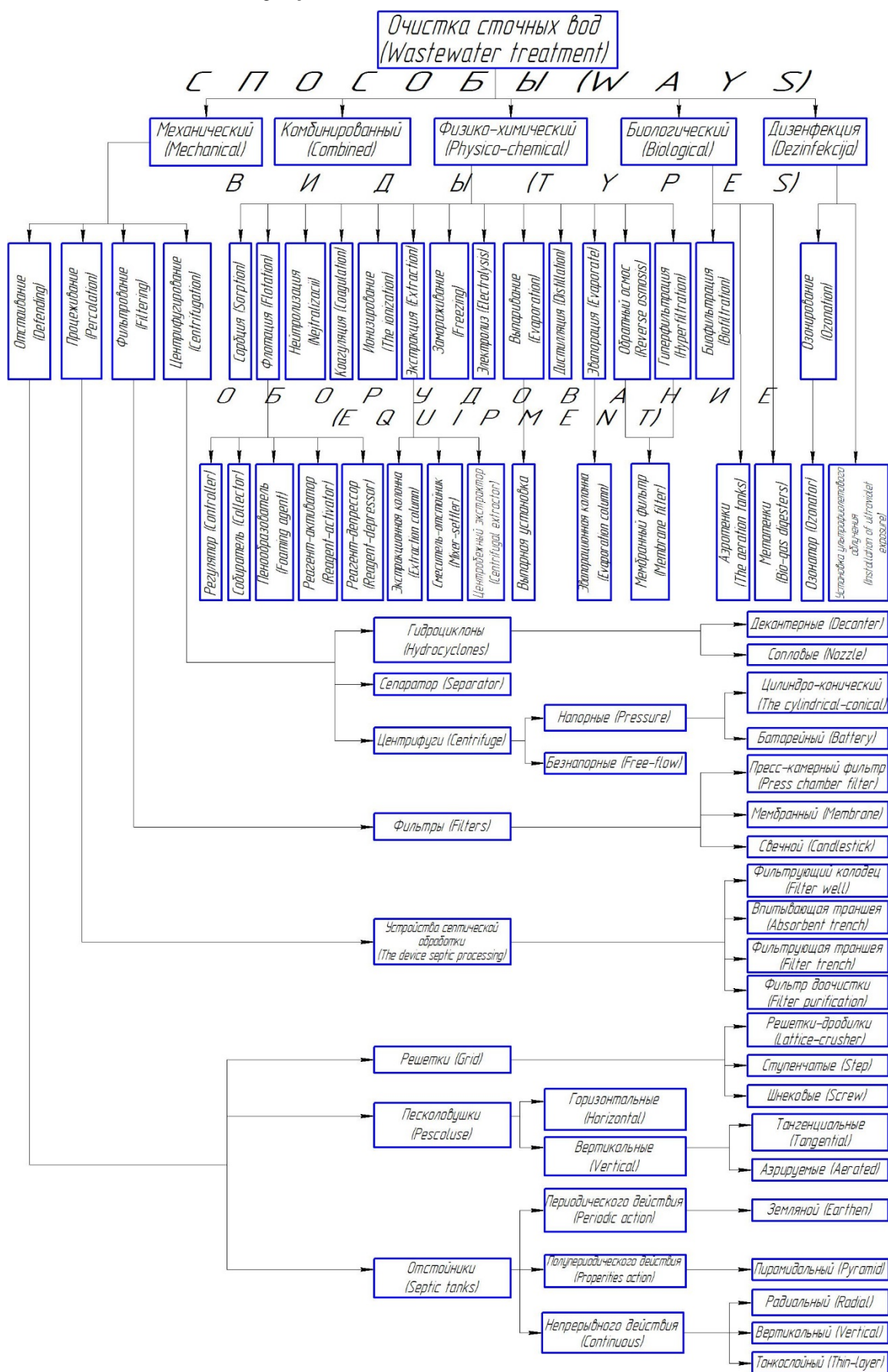


Рисунок 1. Классификация способов и оборудования очистки сточных вод

Figure 1. Classification of wastewater treatment methods and equipment

В данной работе систематизирована и обобщена информация по рекуперации отработанной воды промышленного производства на предприятиях пищевой и химической отраслей [1-3].

С целью обеспечения наиболее эффективного выбора способов и оборудования очистки вторичных вод предложена классификация очистки сточных вод по способам и видам оборудования очистки сточных вод (рис. 1).

В результате анализа процессов и их аппаратного оформления выделены основные способы очистки сточных вод: механический, физико-химический, комбинированный, биологический и дезинфекция (рис. 1). В свою очередь они имеют разную степень очистки, производительность по поступающей суспензии и очищенной вторичной воде. Применяемые типовые конструкции – это отстойники, гидроциклоны, сепараторы, центрифуги. Данное оборудование делится по конструкциям в зависимости от диапазона удаляемых частиц.

На основе механического способа осуществляется, как правило, в начальный период очистки, задержание крупных нерастворимых примесей. Это достигается преимущественно вследствие использования в оборудовании гравитационных сил.

Оборудование механической очистки подразделяется в зависимости от дисперсного состава частиц в воде для крупных, средних мелких и коллоидных частиц.

Биологический способ очистки предполагает растворение части загрязнений сточных вод (органические загрязнения – ХПК, БПК; биогенные вещества – азот и фосфор) за счет переработки специальными микроорганизмами (бактериями и простейшими), которые называются активным илом или биопленкой.

Физико-химический способ очистки используют для выделения растворённых примесей и взвешенных частиц, отличающихся по их плотности. К физико-химическим методам очистки сточных вод относят коагуляцию, флотацию, адсорбцию, ионный обмен, экстракцию, ректификацию, выпаривание, дистилляцию, обратный осмос и ультрафильтрацию, кристаллизацию, десорбцию и др. Эти методы используют для удаления из сточных вод тонкодисперсных взвешенных твердых и жидких частиц, растворимых газов, минеральных и органических веществ [3]. Этот способ обладает рядом преимуществ:

– возможность удаления из сточных вод токсичных, биохимически неокисляемых органических загрязнений;

– достижение более глубокой и стабильной степени очистки;

– меньшие размеры очистных сооружений;

– меньшая чувствительность к изменениям степени загрязнения вторичных вод;

– возможность полной автоматизации;

– возможность рекуперации различных веществ.

Оборудование физико-химической очистки в некоторых случаях требует предварительное глубокое выделение из сточной воды взвешенных веществ, для чего широко используется процесс коагуляции [4].

Для более качественной очистки воды применяется дезинфекция, предусматривающая обеззараживание сточных вод, например, на основе установок ультрафиолетового облучения.

Кроме этого, можно выделить виды оборудования, которые применяют в отдельных специальных случаях: мобильные устройства очистки и термической утилизации.

Наряду со стационарными станциями очистки сточных вод в ситуациях, когда имеется потребность в очистке небольших их объёмов или временной работы с сезонным графиком, используются мобильные станции водоочистки. Как правило, они состоят из барботёра, угольного фильтра, ёмкости обеззараживания и циркуляционного насоса [5].

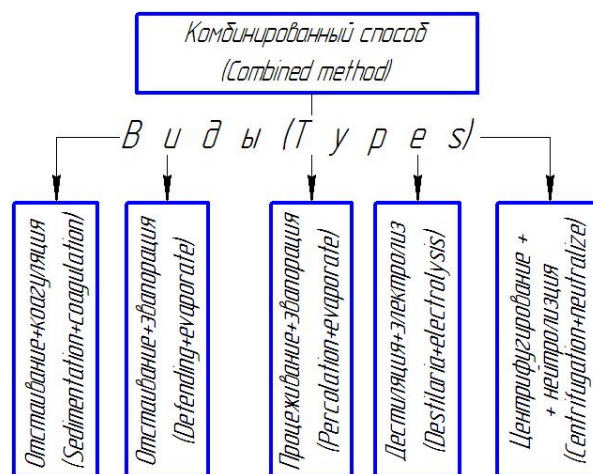


Рисунок 2. Схема комбинированного способа очистки вторичных вод

Figure 2. Scheme of the combined method of secondary water purification

В последнее время для повышения степени очистки и снижения технико-экономических затрат широко используется комбинированный способ, осуществляемый компактно в одной установке, что повышает эффективность эксплуатации оборудования (рис. 2).

При комбинированном способе процесс намного эффективнее по степени очистки, чем по отдельности. Например, отстаивание и коагуляция дают высокую скорость осаждения частиц. При коагуляции осаждаемые частицы соединяются в агломераты большего размера и быстрее достигают дна. Но использование нескольких видов очистки предусматривает регламентированное строгое выполнение технологических режимов на производственных предприятиях [4].

Основная задача участка очистки транспортно-моечных вод свеклосахарного производства – обеспечение предприятия водой в необходимом количестве и соответствующего качества при экономном использовании водных ресурсов с учетом отсутствия загрязнения поверхностных и подземных вод производственными сточными водами.

В сахарной промышленности в настоящее время широко применяются новые виды моечного оборудования зарубежного производства, требующие для нормальной работы высокое качество и большое количество очищенной транспортно-моечной воды.

Основное оборудование для очистки транспортно-моечной воды свеклосахарного производства на сахарных заводах – это отстойники.

Отстойники по режиму работы используют трех типов: периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. В качестве конструкций применяются: периодического действия – земляные отстойники, полунепрерывного действия – пирамидальные, непрерывного действия – вертикальные, радиальные и тонкослойные.

Наиболее распространенным на свеклоперерабатывающем предприятии по соотношению

качества очистки вторичных вод и удельной производительности является радиальный отстойник. Однако для данных конструкций с возрастанием производительности и степени очистки вторичных вод повышается диаметр отстойника. На данный момент диаметры радиальных отстойников 30, 45, 60 и 75 м.

Выбор того или иного метода очистки (или нескольких методов) производят с учетом санитарных и технологических требований, предъявляемых к очищенным производственным сточным водам с целью дальнейшего их использования, а также с учетом количества сточных вод и концентрации загрязнений в них [3, 6].

Среди методов интенсификации процесса декантации при рекуперации вторичных вод и увеличения скорости очистки сточных вод используется повышение температуры подаваемой суспензии, что обуславливает изменение вязкости жидкой фазы [7-10].

Заключение

Составлена общая классификация способов очистки вторичных промышленных вод, в т.ч. транспортно-моечной воды, а также соответствующего оборудования. На основе анализа процессов и аппаратного оформления выделены основные способы очистки сточных вод: механический, физико-химический, комбинированный, биологический и дезинфекция. Данные способы отличаются разной степенью очистки, производительностью по поступающей суспензии и очищенной вторичной воде.

Предложенная классификация позволяет осуществить сравнительный технико-экономический анализ при выборе способов и оборудования рекуперации вторичных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1 Калашников Г.В., Атисков И.М. Модернизация линии рекуперации вторичных вод // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2016. № 5. С. 105-109

2 Arjen Y. Hoekstra Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability. Elsevier, 2015. P. 221–254.

3 Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы). Учебное пособие. Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2004.

4 Стабников В.Н., Лысянский В.М., Попов В.Д. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1985. 510 с.

5 Розанов Н. П., Бочкарев Я. В., Лапшевников В. С. и др Гидротехнические сооружения. М.: Агропромиздат, 1985. 432 с.

6 Gratiot N., Manning A. J. An experimental investigation of floc characteristics in a diffusive turbulent flow. Journal of Coastal Research. 2004. P. 105-113.

7 Калашников Г.В., Атисков И.М. Гидромеханическая задача стесненного движения фаз при осаждении частиц // Физическая и коллоидная химия – основа новых технологий и современных методов анализа в химической и пищевой отраслях промышленности : материалы Всероссийской научно-практ. конф. с международным участием, посвященной 120-летию со дня рождения С.Е. Харина. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. С. 297-298

8 Калашников Г.В., Атисков И.М. Гидродинамические особенности осаждения частиц процесса декантации при рекуперации вторичных вод // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4 (70). С. 22-26

9 Федоров Н. Е. Методы расчетов процессов и аппаратов пищевых производств. М.: ВНИИПП, 1966. 294 с.

10 Калашников Г.В., Атисков И.М., Шацкий В.П., Оробинский В.И. Гидродинамическая характеристика стесненного движения при гравитационном осаждении частиц // Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств: материалы II Международной научно-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения М.Х. Кишиневского. Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. С. 154-158

REFERENCES

- 1 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M. Modernization of the line of recovery of secondary waters. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei* [Technologies of food and processing industry of agrarian and industrial complex products of healthy food]. 2016. no. 5. pp. 105-109. (in Russian)
- 2 Arjen Y. Hoekstra Assessing and Measuring Environmental Impact and Sustainability. Elsevier, 2015. P. 221–254.
- 3 Vetoshkin A.G., Tarantseva K.R. Tekhnologiya zashchity okruzhayushchey sredy (teoreticheskie osnovy). Uchebnoe posobie [Technology of environmental protection (theoretical basis).] Penza: Izd-vo Penz. tekhnol. in-ta, 2004, pp. 249. (in Russian)
- 4 Stabnikov V. N., Lysyanskiy V. M., Popov V. D. Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv [Processes and devices of food manufactures], Agropromizdat, 1985, pp. 510. (in Russian)
- 5 Rozanov N.P., Bochkarev Y.V., Lapshevnikov V.S. Gidrotekhnicheskie sooruzheniya [Hydraulic engineering constructions] Moscow, Agropromizdat, 1985, pp. 432. (In Russian)
- 6 Gratiot N., Manning A. J. An experimental investigation of floc characteristics in a diffusive turbulent flow. *Journal of Coastal Research*. 2004. pp. 105-113.
- 7 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M. Gidromekhanicheskaya zadacha stesennogo dvizheniya faz pri osazhdenii chastits. Fiziche-skaya i kolloidnaya khimiya – osnova novykh tekhnologiy i sovremennykh metodov analiza v khimicheskoy i pishchevoy otraslyakh promyshlennosti: materialy vserossiyskoy nauchno-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 120-letiyu so dnya rozhdeniya S.E. Kharina. [Physical and colloid chemistry - the basis of new technologies and modern methods of analysis in the chemical and food industries: materials of the All-Russian Scientific and Practical. Conf. with international participation, dedicated to the 120th anniversary of the birth of S.E. Kharina.] Voronezh, VSUET, 2016, pp. 297-298 (in Russian)
- 8 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M. Hydrodynamic features of sedimentation of particles of the process of decantation during secondary water recuperation. *Vestnik VGUIT* [Proceedings VSUET], 2016, no. 4, pp. 22-26. (in Russian)
- 9 Fedorov N. E. Metody raschetov protsessov i apparatov pishchevykh proizvodstv [Methods of calculation of processes and equipment for food production] Moscow, VNIIPP, 1966, pp. 294. (in Russian)
- 10 Kalashnikov G.V., Atiskov I.M., Shatskiy V.P., Orobinskiy V.I. Hydrodynamic features of sedimentation of particles of the decantation process under the hydrodynamic characteristic of constrained motion in the case of gravitational sedimentation of particles. Yavleniya perenosa v protsessakh i apparatakh khimicheskikh i pishchevykh proizvodstv : materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakt. konf., posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya M.Kh. Kishinevskogo. [Transport phenomena in processes and apparatuses of chemical and food productions of secondary waters] – Voronezh, VSUET, 2016, pp. 154-158. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Геннадий В. Калашников д. т. н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kagen5@yandex.ru

Иван М. Атисков магистрант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nagi.soichero@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Геннадий В. Калашников консультация в ходе исследования

Иван М. Атисков написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.08.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.09.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennadii V. Kalashnikov doctor of technical sciences, professor, machines and apparatuses for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kagen5@yandex.ru

Ivan M. Atiskov master student, machines and apparatuses for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nagi.soichero@mail.ru

CONTRIBUTION

Gennadii V. Kalashnikov consultation during the study

Ivan M. Atiskov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.07.2017

ACCEPTED 9.10.2017