© М.В. Лизункин, 2016

УДК
622.272/.275

М.В. Лизункин

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ РУДЫ ДЛЯ БЛОЧНОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРЕЛЬЦОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

В ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» отмечается тенденция к ухудшению минерально-сырьевой базы. В связи с истощением месторождений богатых руд все больше увеличивается объем добычи из бедных и забалансовых руд. Существующая технология добычи и переработки не отвечает современным требованиям. Подземные урановые рудники находятся на стадии доработки своих запасов, возникает необходимость изыскания новых технологий добычи урана из бедных и забалансовых руд. Одним из направлений совершенствования технологии является применение физико-химических способов добычи урана, и в частности, блочного подземного выщелачивания (БПВ). Приведены технологические схемы блочного подземного выщелачивания для отработки крутопадающих, пологих и наклонных рудных тел различной мощности, которые рекомендуется использовать при проектировании физико-химической геотехнологии блочного подземного выщелачивания урана. Они позволят снизить затраты на подготовку блока и выщелачивание, а также увеличить извлечение металла.

Ключевые слова: система разработки, технологическая схема, крутопадающие, пологие и наклонные рудные тела, блочное подземное выщелачивание, отбойка руды, оросительные, дренажные, контрольные скважины, продуктивный раствор.

Стрельцовское рудное поле объединяет 19 урановых месторождений, которые представлены как крутопадающими, так и пологими и наклонными рудными телами [1].

В настоящее время в ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» отмечается тенденция к ухудшению минерально-сырьевой базы. В связи с истощением

месторождений богатых руд все больше увеличивается объем добычи из бедных и забалансовых руд. При этом существующая технология добычи и переработки не отвечает современным требованиям. Подземные урановые рудники находятся на стадии доработки своих запасов. Как следствие, возникает необходимость изыскания новых технологий добычи урана из бедных и забалансовых руд.

Одним из направлений совершенствования технологии является применение физико-химических способов добычи урана, и в частности, блочного подземного выщелачивания (БПВ).

При комплексной технологии отработки беднобалансовых урановых руд геотехнологическими методами [2] большое зна-

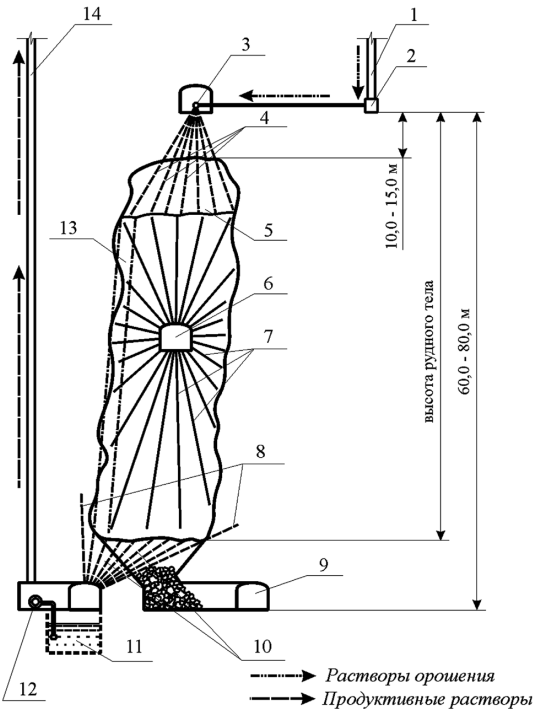

Рис. 1. Технологическая схема подготовки блока к подземному выщелачиванию на крутопадающих рудных телах мощностью 10–20 м: 1 – закачная скважина; 2 – гаситель напора; 3 – оросительный трубопровод; 4 – скважины орошения; 5 – потолочина; 6 – буровой штрек; 7 – взрывные скважины; 8 – контрольные скважины; 9 – откаточный штрек; 10 – дренажные скважины; 11 – растворосборник; 12 – насосная станция ПВ; 13 – отрезной штрек; 14 – откачная скважина

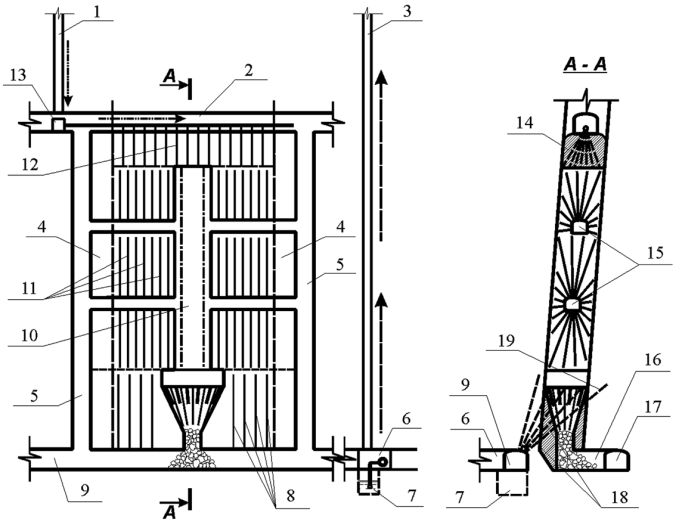

Рис. 2. Технологическая схема подготовки блока к подземному выщелачиванию на крутопадающих рудных телах сложной формы мощностью 1,5–10 м: 1 – закачная скважина; 2 – оросительный штрек; 3 – откачная скважина; 4 – междукамерный целик; 5 – материально-ходовой восстающий; 6 – насосная ПВ; 7 – растворосборник; 8 – дренажные скважины; 9 – дренажный штрек; 10 – отрезная щель; 11 – взрывные скважины; 12 – скважины орошения; 13 – гаситель напора; 14 – потолочина; 15 – подэтажные штреки; 16 – погрузочная камера; 17 – откаточный штрек; 18 – дренажные скважины; 19 – контрольные скважины

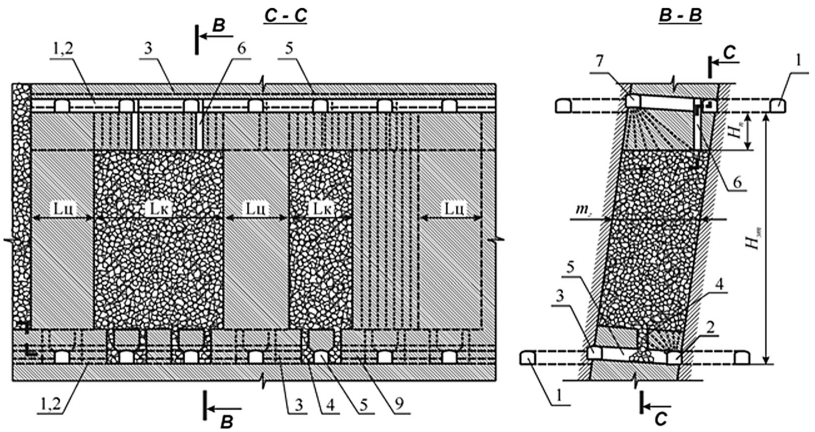

Рис. 3. Технологическая схема подготовки блока к подземному выщелачиванию на крутопадающих рудных телах средней мощности и мощных: 1 – полевой штрек; 2 – буродренажный штрек; 3 – буровой штрек; 4 – рудоприемные выработки; 5 – заезды; 6 – рудоперепуск; 7 – оросительный штрек

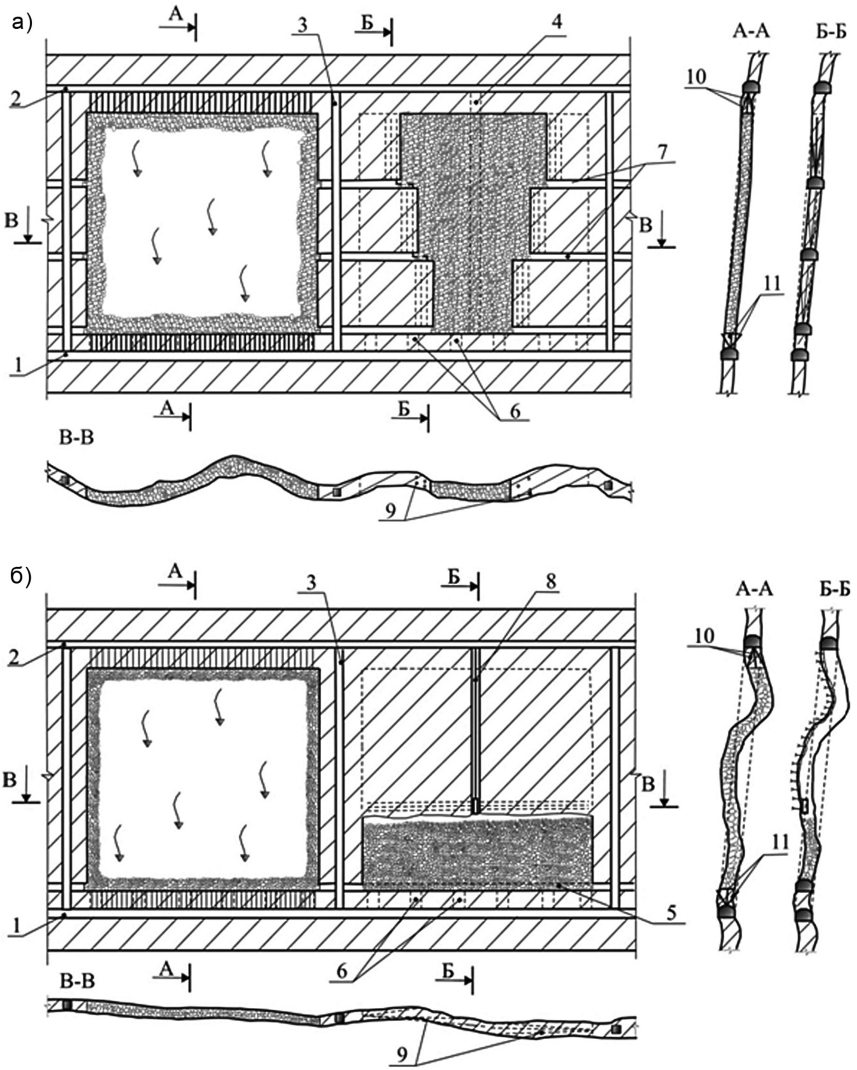

Рис. 4. Технологическая схема блокового подземного выщелачивания урана из маломощных крутопадающих жил с отбойкой руды: а) вертикальными скважинами из подэтажей; б) очистным механизированным комплексом типа КОВ-25 на монорельсовом ходу: 1 – откаточный (раствороприемный) штрек; 2 – вентиляционный (оросительный) штрек; 3 – блоковый восстающий; 4 – отрезной восстающий; 5 – подсечной штрек; 6 – дучки; 7 – подэтажные штреки; 8 – буровой восстающий; 9 – взрывные скважины; 10 – оросительные скважины; 11 – дренажные скважины

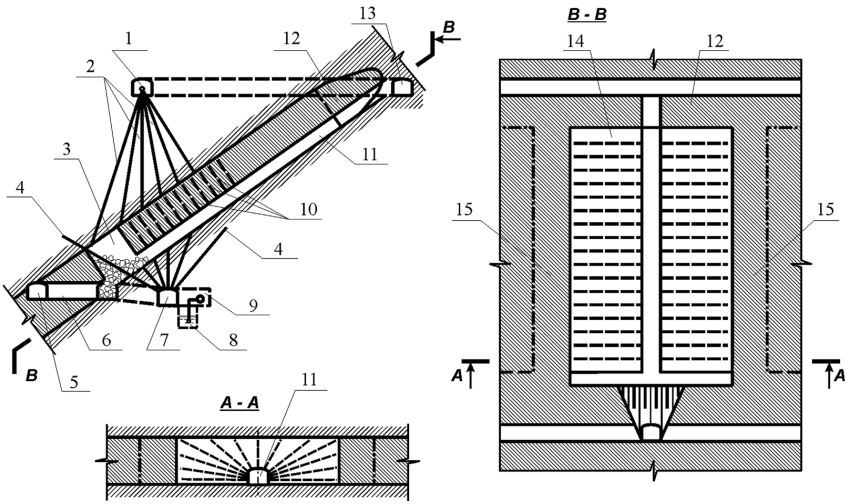

Рис. 5. Технологическая схема подготовки блока к подземному выщелачиванию на наклонных рудных телах мощностью 3,0–15,0 м с углом падения 20–50°: 1 – оросительный штрек; 2 – оросительные скважины; 3 – компенсационное пространство; 4 – контрольная скважина; 5 – откаточный штрек; 6 – погрузочная камера; 7 – дренажный штрек; 8 – растворосборник; 9 – насосная ПВ; 10 – взрывные скважины; 11 – буровой восстающий; 12 – потолочина; 13 – вентиляционный штрек; 14 – камера; 15 – междукамерный целик

чение имеют технологические схемы подготовки руды к блочному подземному выщелачиванию. Это обусловлено значительными финансовыми и материальными затратами на проведение подготовительно-нарезных выработок, отбойку руды и др. В этой связи нами предлагаются технологические схемы, которые позволят снизить затраты на подготовку блока и выщелачивание, а также увеличить извлечение металла [3, 4]. На рис. 1–4 и 5–7 представлены соответственно варианты технологических схем БПВ для отработки крутопадающих, пологих и наклонных рудных тел различной мощности.

Все технологические схемы БПВ предусматривают проходку подготовительных и нарезных выработок, бурение оросительных, дренажных и контрольных скважин, образование компенсационного пространства, отбойку руды, выпуск и погрузку руды из компенсационного пространства, закачку в блок оросительного и откачку из него продуктивного растворов.

Для отработки пологих и наклонных рудных тел применяется камерная и сплошная системы разработки с магазинирова-

нием руды, а крутопадающих – камерная система разработки с магазинированием руды и подэтажной отбойкой. Параметры системы разработки принимаются в зависимости от конкретных горно-геологических условий.

Горно-подготовительные работы включают проведение оросительного, откаточного и дренажного штреков, материально-ходовых восстающих на флангах блока, растворосборника объемом 500 м^3 для приема продуктивного раствора, насосной камеры.

В нарезные работы входит в зависимости от варианта системы разработки проходка вентиляционно-ходовых сбоек, дучек, рудоприемной воронки, ортов, штреков, восстающих различного назначения и образование компенсационного пространства для размещения в нем отбитой руды.

Отбойка руды производится скважинами диаметром 50–110 мм, причем малые значения соответствуют маломощным

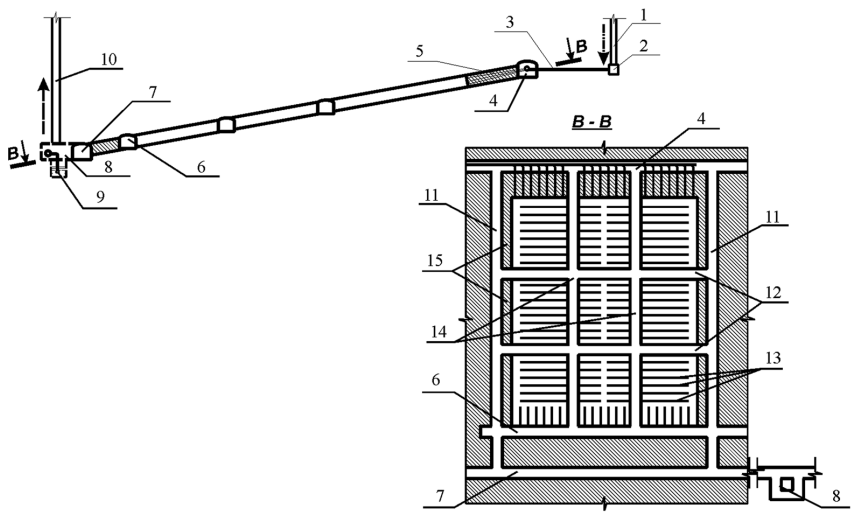

Рис. 6. Технологическая схема подготовки блока к подземному выщелачиванию на пологих рудных телах мощностью до 3,0 м с углом падения 0–20°: 1 – закачная скважина; 2 – гаситель напора; 3 – оросительный трубопровод; 4 – оросительный штрек; 5 – оросительные скважины; 6 – подсечной (скреперный) штрек); 7 – откаточный (дренажный) штрек; 8 – насосная ПВ; 9 – растворосборник; 10 – откачная скважина; 11 – материально-ходовые восстающие; 12 – вентиляционные сбойки; 13 – взрывные скважины; 14 – буровые восстающие (компенсационные); 15 – междукамерные целики

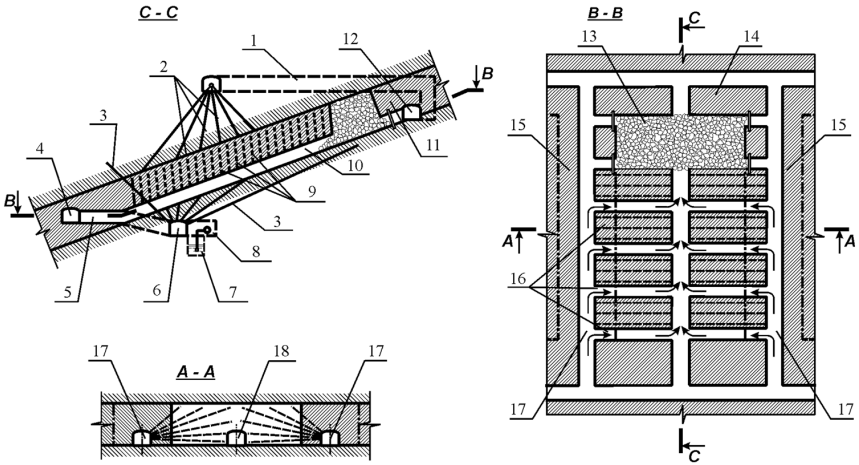

Рис. 7. Технологическая схема подготовки блока к подземному выщелачиванию на пологих рудных телах мощностью 3,0–15,0 м с углом падения до 20°: 1 – оросительный штрек; 2 – оросительные скважины; 3 – контрольная скважина; 4 – доставочный штрек; 5 – погрузочный заезд; 6 – дренажный штрек; 7 – растворосборник; 8 – насосная ПВ; 9 – взрывные скважины;10 – буровой восстающий; 11 – потолочина; 12 – вентиляционный восстающий; 13 – камера; 14 – потолочина; 15 – междукамерные целики; 16 – вентиляционные сбойки; 17 – вентиляционно-буровой восстающий; 18 – доставочный восстающий

рудным телам, а большие – для средней и мощных рудных залежей. Для бурения применяют станки типа БУ-50М, БУ-80М, БП-100.

Оросительный раствор подается в блок по двум закачным скважинам диаметром 133 мм с гасителями напора. Затем он поступает в оросительную систему, включающую оросительный трубопровод ПНД-100, проложенный в штреке (восстающем), скважины орошения в породах висячего бока или потолочине, которые армированы пластиковыми трубками. Откачка продуктивного раствора из блока на сорбционную переработку производится насосом ЦНСК, установленным в насосной камере дренажного горизонта, по откачной скважине диаметром 133 мм.

Оросительные, дренажные и контрольные скважины бурят диаметром 70...110 мм станками типа БУ-80М или БП-100.

При крутом падении отрабатываемой залежи предусмотрен частичный выпуск руды из камеры с целью ликвидации коль-

матации выщелачиваемой руды [5]. При этом выпущенная руда додрабливается и вновь размещается в камере выщелачивания.

Предлагаемые технологические схемы подготовки руды рекомендуется использовать при проектировании физико-химической геотехнологии блочного подземного выщелачивания урана из бедных и забалансовых руд месторождений Стрельцовского рудного поля.

Работа выполнена в ходе реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства «Создание комплексной технологии отработки беднобалансовых урановых руд геотехнологическими методами» при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (Минобрнауки России).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ищукова Л. П.*, *Игошин Ю. А.*, *Авдеев Б. В. и др*. Геология Урулюнгуевского рудного района и молибден-урановых месторождений Стрельцовского рудного поля. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998. – 524 с.

2. *Шурыгин С. В.*, *Морозов А. А.*, *Лизункин В. М.*, *Лизункин М. В.*, *Бейдин А. В.* Комплексная технология отработки беднобалансовых урановых руд геотехнологическими методами // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельные статьи (специальный выпуск). Подземные геотехнологии разработки рудных месторождений. – 2014. – № 12. – С. 15–28.

3. *Лизункин В. М.*, *Пирогов Г. Г.*, *Лизункин М. В.*, *Подопригора В. Е.*, *Шурыгин С. В.* Технологические схемы блочного подземного выщелачивания при отработке крутопадающих залежей Стрельцовского рудного поля / Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: XV Международная научно-практическая конференция: сборник статей, в 3 ч. – Чита: ЗабГУ, 2015. – С. 11–17.

4. *Лизункин В. М.*, *Пирогов Г. Г.*, *Лизункин М. В.*, *Подопригора В. Е.*, *Шурыгин С. В.* Технологические схемы блочного подземного выщелачивания при отработке пологих и наклонных залежей Стрельцовского рудного поля / Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: XV Международная научно-практическая конференция: сборник статей, в 3 ч. – Чита: ЗабГУ, 2015. – С. 17–23.

5. *Лизункин В. М.*, *Зинкевич А. С.*, *Овсейчук В. А.*, *Морозов А. А.* Патент № 2 295 032 Российской Федерации, С1 МПК Е218 43/28. Способ подземного выщелачивания крепких и упорных руд; патентообладатель Чит. гос. ун-т. – № 2005119901/03; заявл. 27.06.2005; опубл. 10.03.2007, Бюл. № 7. – 6 с.: ил. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Лизункин Михаил Владимирович – кандидат технических наук, доцент,
Забайкальский государственный университет,
e-mail: LMV1972@mail.ru.

UDC
622.272/.275

M.V. Lizunkin

TECHNOLOGICAL SCHEMES OF PREPARING THE ORE FOR BLOCK SITU LEACHING DURING DEPOSIT EXTRACTION IN STRELTSOVSKY ORE FIELD

Nowadays OJSC "PIMCU" tends to declinethe mineral resources base. Due to depletion of deposits of rich ores the volume of extraction of poor ores and out of balance ores increases. Existing technology of extraction and processing does not meet the modern requirements. The underground uranium mines are at the stage of development of its reserves. As a consequence, there is a need to find new technologies for the uranium extraction from poor and out of balance ores.

One of the main ways of perfection of technology is the use of physical-chemical ways of uranium extraction, and in particular, block situ leaching (BSL).

During complex technology of extraction of poor-balanced uranium ores by geotechnological methods, technological schemes of preparing ores for block-situ leaching are very important. This is due to significant financial and material costs for development and face-entry drivages, ore breaking and others.

The article presents the technological schemes of block-situ leaching for steeply dipping, pitching, inclined ore bodies with different capacities which are recommended to use at projecting a physical-chemical geotechnology of uranium block-situ leaching.

The proposed technological schemes will reduce the cost of preparing the block and leaching, as well as to increase the extraction of metal.

Key words: mining method, technological scheme, steeply dipping, flat, inclined ore bodies, block-situ leaching, ore breaking, irrigative, drainage, indicator holes, pregnant solution.

AUTHOR

Lizunkin M.V., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Transbaikal State University, 672039, Chita, Russia, e-mail: LMV1972@mail.ru.

REFERENCES

1. Ishchukova L. P., Igoshin Yu. A., Avdeev B. V. *Geologiya Urulyunguevskogo rudnogo rayona i molibden-uranovykh mestorozhdeniy Strel'tsovskogo rudnogo polya* (Geology of Urulyunguevsky ore district and molybdenium-uranium deposits of Streltsovsky ore field), Moscow, ZAO «Geoinformmark», 1998, 524 p.

2. Shurygin S. V., Morozov A. A., Lizunkin V. M., Lizunkin M. V., Beydin A. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special edition. 2014, no 12, pp. 15–28.

3. Lizunkin V. M., Pirogov G. G., Lizunkin M. V., Podoprigora V. E., Shurygin S. V. *Kulaginskie chteniya: tekhnika i tekhnologii proizvodstvennykh protsessov: XV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: sbornik statey* (Kulagin's Lectures on Technique and Technology of Production Processes: The 15th International Scientific–Practical Conference Proceedings: collection of articles), Chita, ZabGU, 2015, pp. 11–17.

4. Lizunkin V. M., Pirogov G. G., Lizunkin M. V., Podoprigora V. E., Shurygin S. V. *Kulaginskie chteniya: tekhnika i tekhnologii proizvodstvennykh protsessov: XV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: sbornik statey* (Kulagin's Lectures on Technique and Technology of Production Processes: The 15th International Scientific–Practical Conference Proceedings : collection of articles), Chita, ZabGU, 2015, pp. 17–23.

5. Lizunkin V. M., Zinkevich A. S., Ovseichuk V. A., Morozov A. A. *Patent RU 2295032 C1*, 10.03.2007.