

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2017 • 6

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.

PUBLISHED SINCE 1944



Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Адекенов С.М. проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)
Величкин В.И. проф., корр.-мүшесі (Ресей)
Вольдемар Вуйцик проф. (Польша)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Гордиенко А.И. проф., академик (Белорус)
Дука Г. проф., академик (Молдова)
Илолов М.И. проф., академик (Тәжікстан),
Леска Богуслава проф. (Польша),
Локшин В.Н. проф. чл.-корр. (Қазақстан)
Нараев В.Н. проф. (Ресей)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Перни Стефано проф. (Ұлыбритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Ұлыбритания)
Омбаев А.М. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Өтелбаев М.О. проф., академик (Қазақстан)
Садыбеков М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сатаев М.И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Северский И.В. проф., академик (Қазақстан)
Сикорски Марек проф. (Польша)
Рамазанов Т.С. проф., академик (Қазақстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Харин С.Н. проф., академик (Қазақстан)
Чечин Л.М. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Энджун Гао проф. (Қытай)
Эркебаев А.Э. проф., академик (Қырғыстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 01.06.2006 ж.
берілген №5540-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz>, reports-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

Адекенов С.М. проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)
Величкин В.И. проф., чл.-корр. (Россия)
Вольдемар Вуйчик проф. (Польша)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Гордиенко А.И. проф., академик (Беларусь)
Дука Г. проф., академик (Молдова)
Илолов М.И. проф., академик (Таджикистан),
Леска Богуслава проф. (Польша),
Локшин В.Н. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Нараев В.Н. проф. (Россия)
Неклюдов И.М. проф., академик (Украина)
Нур Изура Удзир проф. (Малайзия)
Перни Стефано проф. (Великобритания)
Потапов В.А. проф. (Украина)
Прокопович Полина проф. (Великобритания)
Омбаев А.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Отелбаев М.О. проф., академик (Казахстан)
Садыбеков М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сатаев М.И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Северский И.В. проф., академик (Казахстан)
Сикорски Марек проф., (Польша)
Рамазанов Т.С. проф., академик (Казахстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Харин С.Н. проф., академик (Казахстан)
Чечин Л.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Харун Парлар проф. (Германия)
Энджун Гао проф. (Китай)
Эркебаев А.Э. проф., академик (Кыргызстан)

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18
<http://nauka-nanrk.kz> reports-science.kz

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017 г.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e fdoctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov****E d i t o r i a l b o a r d :****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)**Gordiyenko A.I.** prof., academician (Belarus)**Duka G.** prof., academician (Moldova)**Ilolov M.I.** prof., academician (Tadjikistan),**Leska Boguslava** prof. (Poland),**Lokshin V.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Narayev V.N.** prof. (Russia)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ombayev A.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskyi I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., academician (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Chechin L.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Endzhun Gao** prof. (China)**Erkebayev A.Ye.** prof., academician (Kyrgyzstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz / reports-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**A.A. Zharmenov¹, S.T. Shalgymbaev², A.A. Niyazov²,
E.M. Lee², L.S. Bolotova², D.N. Agibaeva², O.M. Tugai³, O.G. Shegai³**

¹The Republican state enterprise “National center on complex processing of mineral raw materials
of The Republic of Kazakhstan” Almaty, The Republic of Kazakhstan;

²The branch of the Republican state enterprise “National center on complex processing of mineral raw materials
of The Republic of Kazakhstan” State scientific-industrial association of industrial ecology “KAZMEKHANOBK”.
Almaty, The Republic of Kazakhstan;

³“Mining and economic consulting” LLP. Almaty, The Republic of Kazakhstan
jarmen56@mail.ru; serikbolnao@mail.ru; abdulkhay18@mail.ru;
li-era@mail.ru; l_bolotova@yahoo.com; sh_ol@rambler.ru

DEVELOPMENT OF A COMBINED FLOTATION- HYDROMETALLURGICAL TECHNOLOGY FOR THE PROCESSING OF OXIDIZED COPPER ORE AT THE KHADHIKONGAN DEPOSIT

Abstract. The article presents the results of laboratory and semi-industrial tests on development of a combined flotation-hydrometallurgical scheme for processing oxidized copper ore at the “Khadzhikongan” field.

In conditions of optimally selected values of grinding of the first and second stages, the consumption of reagents for basic and control operations, a flotation scheme for the enrichment of oxidized copper ore was developed.

According to the flotation technology of enrichment from oxidized copper ore, containing 1.75% copper, 19.74 g / t silver were obtained:

- copper concentrate with a copper content of 21.75%, extraction of 47.76%, at the same time, 56.54% of silver with a content of 290.6 g / t is extracted into copper concentrate;
- tails of copper flotation with a copper content of 0.97%, at the output of 96.16% are dumping and the loss of copper in them is 52.24%.

In order to increase the completeness of copper extraction, the tailings of flotation have been subjected to research on their hydrometallurgical processing.

To carry out studies on copper hydrometallurgy, semi-industrial tests were conducted on the production of flotation tailings. The tests were carried out on a 2 ton ore with a copper content of 1.29%, silver 13.0 g / t, which was identical in material composition to the laboratory sample.

Based on the results of the conducted studies and semi-industrial tests, a combined flotation-hydrometallurgical scheme for the processing of oxidized copper ore of the “Khadzhikongan” deposit was developed, which ensures the highest copper recovery, namely:

- A copper concentrate with a copper content of 22.95%, silver of 283.9 g/t, during the extraction of copper 52.44%, silver of 63.74% were extracted by flotation technology;
- the sulfuric acid leaching of copper from flotation tailings allows the extraction of 41.55% of copper, and thereby increasing the throughput of copper from the ore to 93.99%.

Based on the results of conducted semi-industrial tests, a technological regulation was developed for the design of a concentrating mill for the processing of oxidized copper ore at the “Khadzhikongan” field in a combined flotation-hydrometallurgical scheme.

Key words: oxidized ore, malachite, azurite, covellite, montmorillonite, flotation, concentrate, tails, hydrometallurgy, sulfuric acid.

УДК 622.7:622.342

А.А. Жарменов¹, С.Т. Шалгымбаев², А.А. Ниязов², Э.М. Ли²,
Л.С. Болотова², Д.Н. Агибаева², О.М. Тюгай³, О.Г. Шегай³

¹ Республиканское государственное предприятие «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», г. Алматы, Республика Казахстан;

² Филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработки минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханообр», г. Алматы, Республика Казахстан;

³ ТОО «Горно-экономический консалтинг», г. Алматы, Республика Казахстан

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ФЛОТАЦИОННО-ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОКИСЛЕННОЙ МЕДНОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ХАДЖИКОНГАН»

Аннотация. В статье представлены результаты лабораторных и полупромышленных испытаний по разработке комбинированной флотационно-гидрометаллургической схемы переработки окисленной медной руды месторождения «Хаджиконган».

В условиях оптимально подобранных значений измельчения первой и второй стадий, расхода реагентов для основных и контрольных операций была разработана флотационная схема обогащения окисленной медной руды.

По флотационной технологии обогащения из окисленной медной руды, содержащей 1,75 % меди, 19,74 г/т серебра получены:

- медный концентрат с содержанием меди 21,75%, извлечение 47,76%, при этом попутно в медный концентрат извлекается 56,54 % серебра с содержанием 290,6 г/т;

- хвосты медной флотации с содержанием меди 0,97% при выходе 96,16% являются отвальными и потери меди в них составляют 52,24%.

В целях повышения полноты извлечения меди хвосты флотации подвергались исследованию по их гидрометаллургической переработке.

Для проведения исследований по гидрометаллургии меди были проведены полупромышленные испытания по наработке хвостов флотации. Испытания проводились на руде массой 2 тонны с содержанием меди 1,29%, серебра 13,0 г/т, которая по вещественному составу была идентична лабораторной пробе.

На основании результатов проведенных исследований и полупромышленных испытаний разработана комбинированная флотационно-гидрометаллургическая схема переработки окисленной медной руды месторождения «Хаджиконган», обеспечивающая получение наиболее высокой степени извлечения меди, а именно:

- по флотационной технологии выделен медный концентрат с содержанием меди 22,95%, серебра 283,9 г/т при извлечении меди 52,44%, серебра 63,74%;

- сернокислотное выщелачивание меди из хвостов флотации позволяет дополнительно извлечь 41,55 % меди и тем самым повысить сквозное извлечение меди из руды до 93,99%.

По результатам проведенных полупромышленных испытаний разработан технологический регламент на проектирование обогатительной фабрики по переработке окисленной медной руды месторождения «Хаджиконган» по комбинированной флотационно-гидрометаллургической схеме.

Ключевые слова: окисленная руда, малахит, азурит, ковеллин, монтмориллонит, флотация, концентрат, хвосты, гидрометаллургия, серная кислота.

Одним из основных источников получения меди из рудного сырья являются сульфидные и окисленные руды, причем на долю первой приходится до 80% мировой добычи всех медных руд. Наибольшее количество меди до 65 % залегает на территории Северной и Южной Америки, Европейские государства располагают 15 % ресурсов, Россия 5 % и Казахстану приходится до 3 % от общемировых запасов. Несмотря на ограниченные запасы Казахстан входит в число 15 стран по производству рафинированной меди (405 тыс. т) и в пятерку стран мира по ее экспорту (337 тыс. т) [1,2].

Учитывая, что более 80% выпуска рафинированной меди приходится на экспорт, Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан намерено и дальше наращивать

объемы их добычи и переработки. В секторе экономики Министерством по инвестициям и развитию Республики Казахстан намечена реализация 18 инвестиционных проектов общей стоимостью 6 млрд. долларов по следующим стратегическим направлениям - запуск медеплавильного завода мощностью до 600 тыс. тонн катодной меди в год, переход на глубокую переработку сырья и производство готовых изделий [3].

В связи с этим вовлечение в промышленную переработку руд новых месторождений меди является весьма актуальным.

В Филиале РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмехнобр» в разные годы проводились исследования по разработке технологии обогащения медьсодержащих руд новых месторождений: «Кундызды», «Лиманное», «Жетымшоқы», «Хаджиконган» [4,5,6].

Месторождение окисленных и сульфидных руд «Хаджиконган», расположено на территории Бухар - Жырауского района Карагандинской области и является одним из наиболее перспективных сырьевых ресурсов.

Установлено, что сульфидные руды данного месторождения можно отнести к категории легкообогащаемых [6].

В отличие от сульфидных, окисленные руды месторождения «Хаджиконган» представляют сложный объект для флотационного обогащения, так как в этих рудах медь на 80 % и более представлена окисленными формами минералов: в виде куприта (Cu_2O), азурита ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$), малахита $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, хальконтита ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и др., что позволяет отнести их к категории труднообогащаемых.

Данная работа посвящена разработке оптимальной технологии обогащения окисленной медной руды месторождения «Хаджиконган», обеспечивающая максимальную степень полноты и комплексности использования сырья.

Лабораторные исследования проводили на пробе медной руды с содержанием меди 1,75% и 19,74 г/т серебра. Минеральный состав исследуемой руды и его особенности достаточно подробно изложены в материалах VII Уральского горнопромышленного форума «Инновационные технологии обогащения минерального и техногенного сырья» [7].

Следует отметить, что медь в руде на 87,14% представлена окисленными минералами, на 0,86% первичными сульфидами, на 11,72% вторичными и на 0,28% водорастворимыми формами.

На основании результатов минералогического, фазового анализа можно сделать вывод, что проба относится к окисленному типу медных руд.

Лабораторные исследования проводились с применением следующего лабораторного оборудования:

- 1) измельчение руды осуществлялось в шаровой мельнице с поворотной осью типа МЛ-40 при соотношении Т:Ж:Ш = 1: 0,5: 9;
- 2) флотация осуществлялась во флотомашинах объемом камер, дм^3 : 3,0; 1,5; 1,0; 0,75.
- 3) щелочность пульпы контролировалась универсальным иономером ИТ рН-150 МИ.

Учитывая то, что в промышленных условиях нельзя достичь в одну стадию необходимую степень измельчения, в лабораторных условиях руду измельчали в две стадии.

Выбор оптимальной степени измельчения первой стадии проводили при переменных значениях тонины помола: 60 – 80 % - 0,074 мм и постоянном значении расхода реагентов, г/т: сернистый натрий 500; бутиловый ксантогенат 100; вспениватель Т-80 – 70, время флотации 10 мин.

Подбор оптимальной степени измельчения второй стадии проводили при постоянном значении первой стадии измельчения 65% класса - 0,074 мм и расходе реагентов, г/т: сернистый натрий 500; бутиловый ксантогенат 100; вспениватель - Т-80 – 70 и время флотации 10 минут, а так же переменных значениях тонины помола: 75 – 90 % - 0,074 мм.

Графики зависимостей извлечения и содержания меди в первой и второй стадиях измельчения от тонины помола представлены на рисунках 1-2.

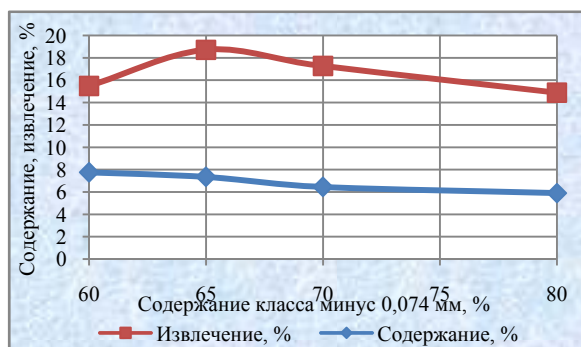


Рисунок 1 – График зависимости измельчения руды I стадии

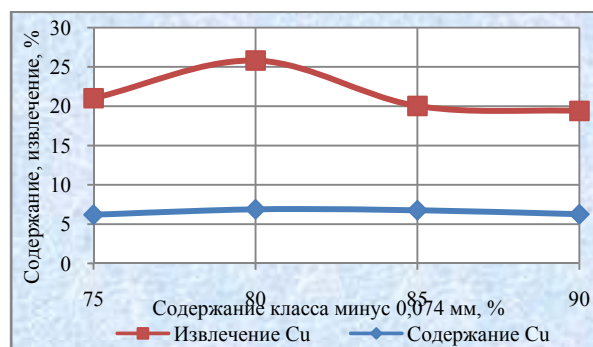


Рисунок 2 – График зависимости измельчения руды II стадии

Из представленного на рисунке 1 графика следует, что **наиболее оптимальной тониной помола для первой стадии является значение 65%- 0,074 мм.**

Минералогическим анализом показано, что при данной степени измельчения руды после первой стадии минералы находятся:

- малахита, азурита свободного 80% размерами зерен 0,05, 0,07, 0,1, 0,15, 0,3 мм; сростки с породообразующими составляют 20% размерами зерен 0,02, 0,07 мм;
- куприта свободного 80% размерами зерен 0,03, 0,07, 0,1 мм; сростки с самородной медью – 20% размерами зерен 0,05, 0,1 мм;
- халькозина + ковеллина свободного 75% размерами зерен 0,01, 0,02, 0,04, 0,05, 0,1 мм; сростки с купритом - 5% размером 0,04 мм; сростки с породообразующими – 20% размерами зерен 0,007, 0,015 мм;
- самородной меди свободного 50% размерами зерен 0,01, 0,015 мм; самородная медь + куприт составляют 50% размером 0,05 мм.

Из графика, представленного на рисунке 2 следует, что **наиболее оптимальной тониной помола для второй стадии является значение 80 % - 0,074 мм.**

Минералогический анализ, представленный в таблице 1 и результаты опытных данных свидетельствуют, что в измельченном продукте второй стадии медные и породообразующие минералы составляют:

- малахита, азурита свободного 90% размерами зерен 0,01; 0,03; 0,06; 0,07; 0,1 мм; сростки с породообразующими составляют 10% размерами зерен 0,02; 0,04 мм;
- куприта свободного 90% размерами зерен 0,03; 0,07 мм; сростки с самородной медью 10% размерами зерен 0,03; 0,04 мм;
- халькозина + ковеллина свободного 95% размерами зерен 0,007; 0,01; 0,015; 0,06; 0,07 мм; сростки с породообразующими 5% размерами зерен 0,01; 0,015 мм;
- самородной меди свободного 100% размерами зерен 0,005; 0,015; 0,02 мм.

Увеличение тонины помола во второй стадии с 80% до 90% класса минус 0,074 мм приводит к шламообразованию, а с учетом того, что в пробе содержится 36-37% монтмориллонита, осложнению ведения процесса флотации за счет способности последних к разбуханию.

Эффективная флотация окисленных минералов меди с сульфгидрильными собирателями достигается лишь после предварительной их сульфидизации.

Наиболее распространенными сульфидизаторами являются сернистый натрий, гидросульфид натрия или смесь последнего с сернистым натрием минералов [8].

Из рисунка 3 видно, что при расходе сернистого натрия 900 г/т в медный продукт извлекается 33,32% меди с содержанием 8,30%. Повышение расхода сернистого натрия до 1000 г/т не способствует повышению показателей флотации: извлечение медного продукта составляет 32,94% при содержании меди 8,00%.

Таким образом, оптимальным значением расхода сернистого натрия для первой основной медной флотации было определено 900 г/т.

Таблица 1 – Результаты минералогического анализа пробы при различной степени измельчения второй стадии

Минералы	Содержание класса минус 0,074 мм, %							
	75		80	85		90		
	содер., % отн	размер зерен, мм	содер., % отн	размер зерен, мм	содер., % отн	размер зерен, мм	содер., % отн	размер зерен,мм
Малахит, азурит: свободный	85	0,01; 0,02; 0,05; 0,1	90	0,01; 0,03; 0,06; 0,1	90	0,01;0,02; 0,03	97	0,007; 0,01; 0,015
сростки породой с	15	0,02; 0,03; 0,07; 0,1	10	0,02; 0,04	10	0,01; 0,015	3	0,007; 0,01; 0,015
Куприт: свободный	85	0,06; 0,12	90	0,03; 0,07	90	0,02;0,03; 0,08	100	0,02; 0,04
сростки с самородной медью	10	0,05; 0,06	10	0,03; 0,04	10	0,02; 0,03; 0,04	-	-
сростки с халькозином с	5	0,05	-	0,003;0,00 7; 0,015	-	-	-	-
Халькозин ковеллин: свободный +	85	0,007; 0,015; 0,02; 0,03; 0,1	95	0,007; 0,01; 0,015;0,06 ; 0,07	95	0,007; 0,01; 0,02; 0,015; 0,05	97	0,01; 0,02; 0,03
сростки купритом с	5	0,05	-	-	-	-	-	-
сростки породой с	10	0,01; 0,015	5	0,01; 0,015	5	0,01; 0,015	3	0,007; 0,015
Самородная медь свободная	100	0,015; 0,03	100	0,005;0,01 5; 0,02	100	0,005; 0,01; 0,02	100	0,005; 0,01; 0,02
Халькопирит, борнит, галенит	един. зерна	0,02; 0,07	един.зе рна	-	един.зе рна	-	един.зе рна	-

На рисунке 3 представлен график зависимости флотации меди от расхода сернистого натрия для первой основной медной флотации.

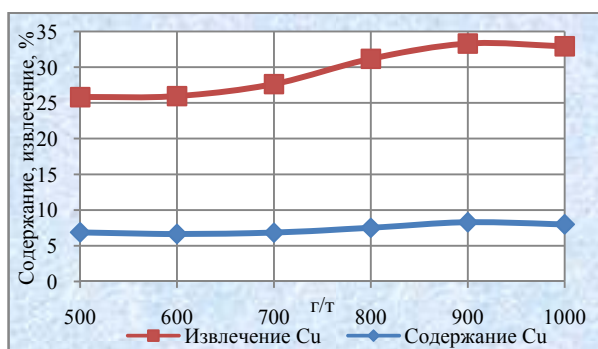


Рисунок 3 – График зависимости флотации меди от расхода сернистого натрия, г/т

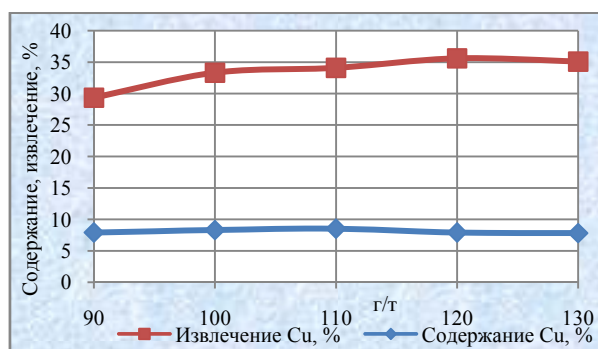


Рисунок 4 – График зависимости флотации меди от расхода собирателя, г/т

В условиях оптимально подобранных значений измельчения первой и второй стадий, расхода сульфидизатора были проведены опыты по подбору расхода собирателя- бутилового ксантогената для первой основной медной флотации [8]. Результаты опытных данных в виде графиков зависимостей извлечения меди и его содержания от расхода собирателя приведены на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что оптимальное значение расхода собирателя составляет 120 г/т, а дальнейшее повышение расхода собирателя не приводит к росту извлечения меди.

Опыты по подбору оптимального значения pH, представлены на рисунке 5.

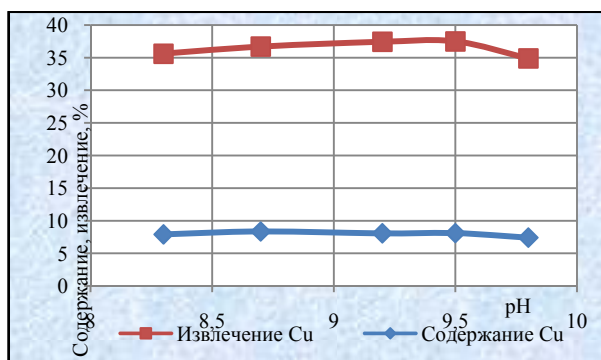


Рисунок 5 – График зависимости флотации меди от различных значений pH среды

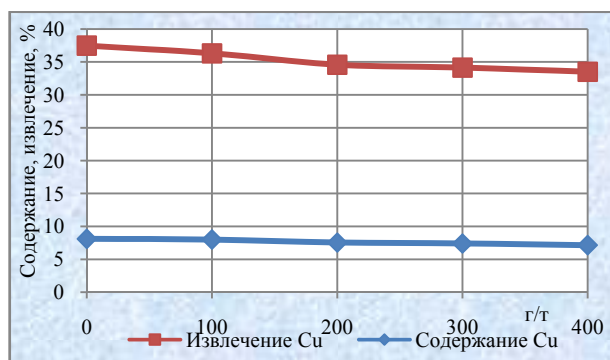


Рисунок 6 – График зависимости флотации меди от расхода жидкого стекла, г/т

Из приведенного графика видно, что оптимальным при флотации сульфидизированных минералов меди является pH=9,2-9,5. В данном интервале pH достигается показатели по извлечению меди на уровне 37,50% при содержании 8,10%.

Как было отмечено выше, в исследуемой руде из породообразующих минералов преобладают монтмориллонит (36-37%), кварц (22-23%) и альбитизированный плагиоклаз (17-18%). Подчиненное значение имеют хлорит (7-8%), эпидот, (3-4%), карбонаты (7-8%).

Для депрессии минералов породы и пептизации шламов было решено использовать в первой основной медной флотации жидкое стекло [9]. Подбор оптимального значения расхода жидкого стекла проводили при значениях расхода 0-400 г/т. Результаты, представленные на рисунке 6 свидетельствуют, что использование жидкого стекла в первой основной медной флотации нежелательно, так как приводит к снижению:

- извлечения меди на 3,98% (с 37,50% до 33,52%);
- качества медного продукта на 0,95% (с 8,10% до 7,15%).

После отработки режимных параметров первой основной флотации были проведены опыты по определению оптимального значения расхода реагентов и времени флотации для второй основной медной флотации.

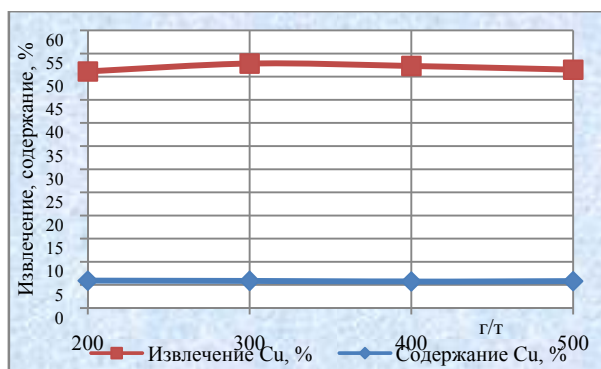


Рисунок 7 – График зависимости флотации меди от расхода сернистого натрия во II основную медную флотацию, г/т

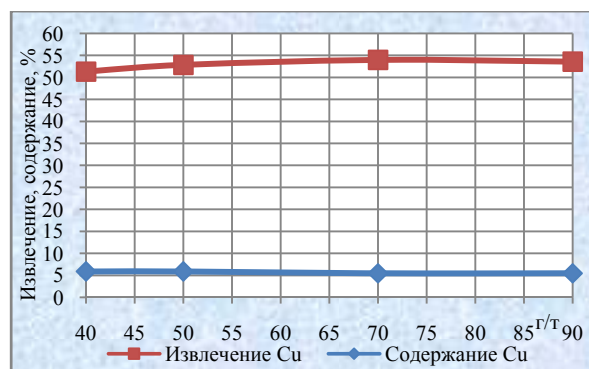


Рисунок 8 – График зависимости флотации меди от расхода бутилового ксантогената во II основную медную флотацию, г/т

На основании проведенных опытов было установлено:

- оптимальное значение расхода сульфидизатора во второй основной медной флотации составляет 300 г/т и дальнейшее увеличение расхода сернистого натрия не приводит к повышению извлечения меди (рисунок 7);
- оптимальное значение расхода бутилового ксантогената во второй основной медной флотации составляет 70 г/т и увеличение его расхода с 70 г/т до 90 г/т также не приводит к повышению извлечения меди (рисунок 8).

После определения оптимальных значений расходов реагентов уточнялись время основных и контрольных флотаций. Сернистый натрий и бутиловый ксантогенат подавали в два приема, съём пенного продукта производился фракционно через каждые две минуты при следующих расходах:

- первая основная медная флотация - Na_2S - 900 г/т, бутилового ксантогената - 120 г/т, T-80 - 70 г/т; pH=9,4;
- вторая основная медная флотация - Na_2S - 300 г/т, бутилового ксантогената - 70 г/т, T-80 - 35 г/т; pH=9,4;
- первая контрольная флотация - Na_2S - 200 г/т, бутилового ксантогената - 35 г/т, T-80 - 30 г/т;
- вторая контрольная флотация - Na_2S - 150 г/т, бутилового ксантогената - 30 г/т, T-80 - 25 г/т.

На рисунке 9 представлены кривые зависимостей извлечения меди и его содержания от продолжительности проведения первой и второй основной медной флотации и первой и второй контрольной флотации. На основании данных фракционного съёма пены, установили время флотации:

- первая и вторая основная медная флотации по 16 минут;
- первая и вторая контрольная флотации по 10 минут.

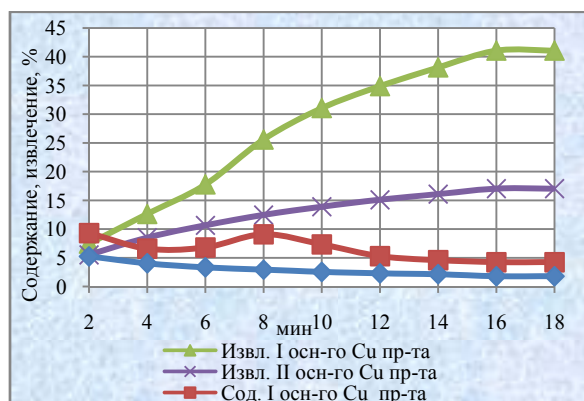


Рисунок 9 – График зависимости флотации меди по времени

На основании проведенных открытых опытов установлены следующие параметры измельчения и флотации:

- измельчение руды производить в две стадии с тониной помола в первой стадии 65% и во 2 стадии 80% - 0,074 мм;
- учитывая, что в руде присутствуют 36-37% монтмориллонита, в условиях замкнутого цикла, флотацию проводили при исходном значении плотности 15% твердого;
- расход реагентов для первой основной медной флотации, г/т: сернистый натрий - 900; бутиловый ксантогенат - 120; T-80 – 70; pH – 9,2-9,5; время флотации - 16 минут;
- расход реагентов для второй основной медной флотации, г/т: сернистый натрий - 300; бутиловый ксантогенат - 70; T-80 – 35; pH – 9,2-9,5; время флотации - 16 минут;
- первая контрольная медная флотация: сернистый натрий - 200; бутиловый ксантогенат - 35; T-80 – 30; время флотации - 10 минут;
- вторая контрольная медная флотация: сернистый натрий - 150; бутиловый ксантогенат - 30; T-80 – 25; время флотации - 10 минут.
- первая перерешетка медного концентрата: сернистый натрий - 200; бутиловый ксантогенат - 50; жидкое стекло - 200; время флотации - 20 минут;
- вторая перерешетка медного концентрата: сернистый натрий - 150; бутиловый ксантогенат - 30; жидкое стекло - 100; время флотации - 15 минут;
- третья перерешетка медного концентрата: сернистый натрий - 75; бутиловый ксантогенат - 20; жидкое стекло - 50; время флотации - 8 минут;

По результатам оптимально подобранных открытых опытов были проведены опыты в замкнутом цикле (рисунок 10).

В условиях замкнутого цикла были определены зависимость технологических показателей от количества пересортичных операций.

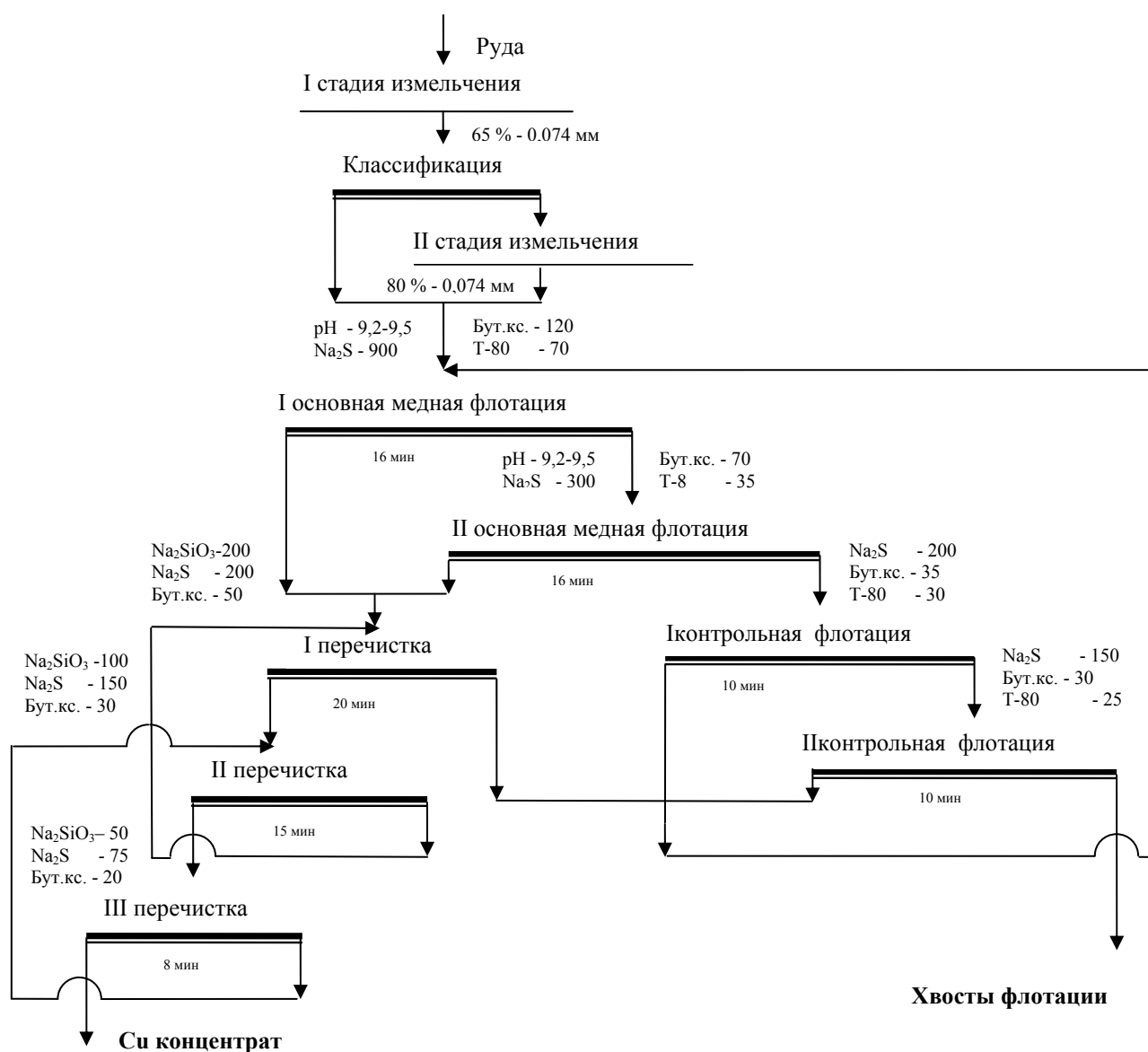


Рисунок 10 – Флотационная схема обогащения окисленной руды месторождения «Хаджиконган», разработанная в лабораторных условиях

На рисунке 11 представлены графики зависимостей показателей обогащения от количества пересортичек. Из представленных графиков зависимостей видно, что повышение качества медного концентрата на 6,95 % (с 14,8% - одна пересортичка до 21,75 % - три пересортички) сопровождается снижением извлечения меди на 5,24 % (с 53,0 % до 47,76 %).

Минералогический анализ конечных продуктов флотации показал, что потери меди в хвостах на 100% связаны со сростками медьсодержащих минералов с породообразующими минералами. У малахита и азурита – это колломорфные структуры срастания, а у других минералов размеры сростков составляют 0,005, 0,03, 0,07 мм.

На основании минералогического анализа доизмельчению подвергался промпродукт (концентрат контрольной флотации + хвосты первой пересортички) до 95-98% класса минус 0,044 мм.

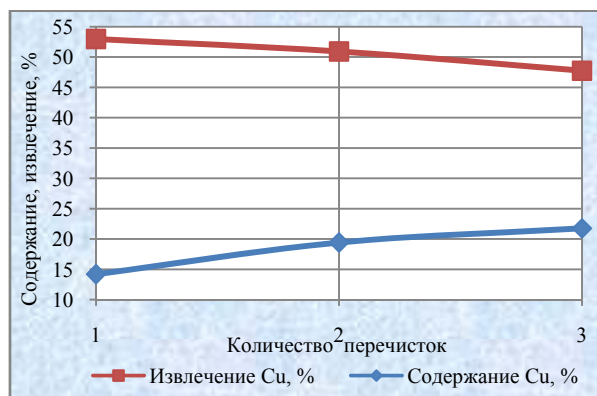


Рисунок 11 – График зависимости флотации меди от количества перечисток

Результаты опытов с доизмельчением промпродукта приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты замкнутых опытов с доизмельчением и без доизмельчения промпродукта

Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Cu	Ag, г/т	Cu	Ag	
Медный концентрат	3,84	21,75	290,6	47,76	56,54	Без доизмельчения
Хвосты медной флотации	96,16	0,95	8,92	52,24	43,46	
Руда	100,0	1,75	19,74	100,0	100,0	
Медный концентрат	4,16	19,70	301,5	46,85	62,51	С доизмельчением
Хвосты медной флотации	95,84	0,97	7,85	53,15	37,49	
Руда	100,0	1,75	20,07	100,0	100,0	

Из данных таблицы 2 следует, что с доизмельчением промпродукта получены показатели ниже, чем без доизмельчения. Введение операции доизмельчения промпродукта приводит к снижению извлечения меди на 0,91% (с 47,76 до 46,85 %) при одновременном снижении качества концентрата на 2,05% (с 21,75 до 19,70%).

Представленные экспериментальные данные свидетельствуют, что по флотационной технологии обогащения из окисленной медной руды, содержащей 1,75 % меди, 19,74 г/т серебра получены:

- медный концентрат с содержанием меди 21,75%, соответствующий марке КМ-5 по ГОСТу Р 5998-2008, при извлечении 47,76%. Попутно в медный концентрат извлекается 56,54 % серебра с содержанием 290,6 г/т;

- хвосты медной флотации с содержанием меди 0,97% при выходе 96,16% являются отвальными и потери меди в них составляют 52,24%.

В целях повышения полноты извлечения меди хвосты флотации подвергались исследованию по их гидрометаллургической переработке.

Для проведения исследований по гидрометаллургии меди были проведены полупромышленные испытания по наработке хвостов флотации. Полупромышленные испытания были проведены на пробе окисленной медной руды месторождения «Хаджиконган» массой 2 тонны на опытной обогатительной фабрике Филиала РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр».

Содержание в руде составило: меди 1,29%, серебра 13,0 г/т и по

вещественному составу она практически соответствует лабораторной пробе:

- основные промышленно-ценные минералы представлены малахитом, азурином, борнитом, халькозином, ковеллином, халькопиритом, в незначительных количествах присутствуют куприт, самородная медь, галенит;

- вмещающие оруденение породы представлены миндалекаменными афритами андезито-базальтового состава, туфо- и лавобрекчиями и сыпучей глиноподобной массой;

- породообразующие минералы: монтмориллонит, кварц и альбитизированный плагиоклаз, подчиненное значение имеют хлорит, эпидот, карбонаты[7].

По результатам фазового анализа медь в руде представлена на 60,37% - окисленными минералами, на 11,61% - первичными сульфидами, на 27,86% - вторичными и на 0,16% - водорастворимыми формами.

При монтаже и сборке схемы цепи аппаратов полупромышленной установки за основу была принята технологическая схема (рисунок 10), разработанная в лабораторных условиях.

На рисунке 12 представлена схема цепи аппаратов полупромышленной установки.

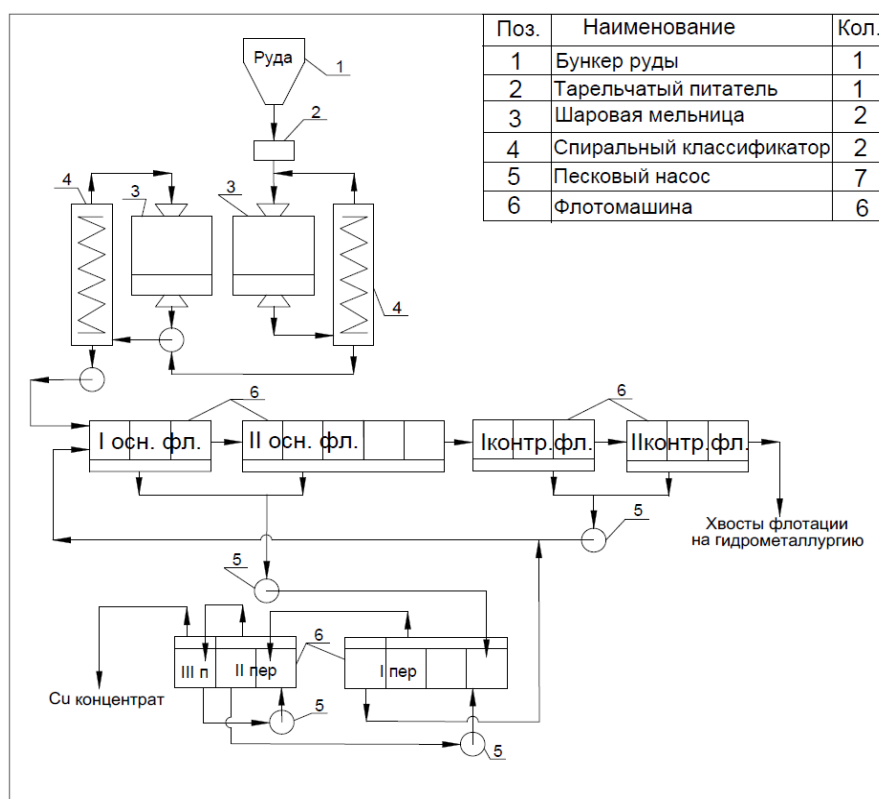


Рисунок 12- Схема цепи аппаратов полупромышленной установки

Согласно представленной схеме основную, контрольную и перечистные операции флотации меди проводили в четырехкамерных флотомашинах «Механобр» с объемами камер 12 дм³ каждая.

Полупромышленные испытания проводились при производительности 50 кг/час и следующих режимных параметрах измельчения:

- первая стадия измельчения руды до крупности 65% класса минус 0,074 мм;
- вторая стадии измельчения руды до крупности 85% класса минус 0,074 мм.

На начальном этапе испытаний проводилась соответствующая корректировка режимных параметров флотации в условиях непрерывного процесса в связи с изменением фазового состава руды:

- исключена подача сернистого натрия и снижен в 2 раза расход бутилового ксантогената (со 120 до 60 г/т) в первой основной медной флотации;
- установлен расход сернистого натрия 500 г/т и расход бутилового ксантогената 120 г/т для второй основной медной флотации;
- исключена подача сернистого натрия и бутилового ксантогената во вторую и третьи перечистные операции;
- уточнены продолжительности времени флотации для первой основной медной флотации - 12 минут, второй основной - 20, первой контрольной -12, второй контрольной -12 и соответственно для первой, второй и третьей перечисткам – 12, 8 и 4 минуты.

В таблице 3 представлены откорректированные режимные параметры испытаний.

Таблица 3 - Технологический режим полупромышленных испытаний на окисленной руде

Точки подачи	Расход реагентов, г/т					% тв.	рН пульпы	Время флот., мин.
	Na ₂ CO ₃	Na ₂ S	Na ₂ SiO ₃	Бут.кса нт.	Т-80			
Мельница II стадии	800	-	-	-	-	55	-	-
I основ. Си флотация	-	-	-	60	70	26-28	9,0-9,2	12
II основ. Си флотация	-	500	-	120	35	24-26	9,2-9,5	20
I контр. флотация	-	200	-	35	30	21-23	9,2	12
II контр. флотация	-	150	-	30	25	23	9,2	12
I перечистка	-	200	200	50	-	24-26	9,3	16
II перечистка	-	-	100	-	-	23-25	9,3	8
III перечистка	-	-	-	-	-	24-25	9,3	4
Итого:	800	1050	300	295	160	-	-	-

За балансовый период было переработано 1407 кг руды и отработано 5 смен. В таблице 4 представлены сменные показатели результатов испытаний за балансовый период, а в таблице 5 приведены средневзвешенные показатели по пяти сменам.

Таблица 5 - Сменные технологические показатели полупромышленных испытаний

Смена	Продукты	Выход, %	Содержание Cu, %	Извлечение, %
1	Медный концентрат	3,06	22,12	53,79
	Хвосты медной флотации	96,94	0,60	46,21
	Руда	100,0	1,26	100,0
2	Медный концентрат	2,55	25,0	50,16
	Хвосты медной флотации	97,45	0,65	49,84
	Руда	100,0	1,271	100,0
3	Медный концентрат	2,93	22,80	52,21
	Хвосты медной флотации	97,07	0,63	47,79
	Руда	100,0	1,28	100,0
4	Медный концентрат	3,05	22,25	53,03
	Хвосты медной флотации	96,95	0,62	46,97
	Руда	100,0	1,28	100,0
5	Медный концентрат	2,95	23,0	53,0
	Хвосты медной флотации	97,05	0,62	47,0
	Руда	100,0	1,28	100,0

Таблица 6 – Средневзвешенные результаты полупромышленных испытаний

Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Cu	Ag, г/т	Cu	Ag
Медный концентрат	2,91	22,95	283,9	52,44	63,74
Хвосты медной флотации	97,09	0,624	4,84	47,56	36,26
Руда	100,0	1,274	12,96	100,0	100,0

Из данных таблицы 6 следует, что в полупромышленных условиях получены:

- медный концентрат с содержанием меди 22,95%, серебра 283,9 г/т при извлечении меди 52,44%, серебра 63,74%.

- хвосты медной флотации с содержанием меди 0,624%, серебра 4,84 г/т при выходе хвостов 97,09%. Потери с хвостами составляют меди 47,56%, серебра 36,26%.

Минералогический анализ показал, что потери меди в хвостах связаны тем, что:

- 80% малахита с азуритом с размерами зерен от 0,01 до 0,02 мм находятся в сростках с пороодообразующими минералами;

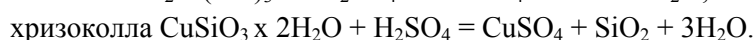
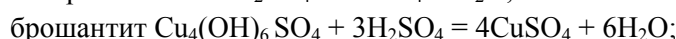
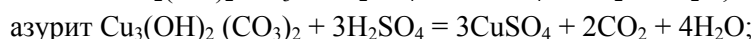
- 20% - представлены свободными зернами размером от 0,007 до 0,015 мм;

- 100% сростков борнита с халькозином, халькозина с ковеллином с пороодообразующими минералами размерами зерен 0,01; 0,015; 0,02 мм;

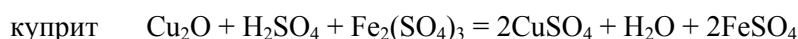
На хвостахмедной флотации проведены укрупненно-лабораторные испытания с целью их гидрометаллургического вскрытия.

Как известно, гидрометаллургические методы предусматривают выщелачивание меди из окисленного сырья и последующее извлечение растворенной меди с получением высококачественной товарной продукции. Основным растворителем при выщелачивании окисленных медных минералов является серная кислота [10-16].

Взаимодействие окисленных минералов меди с раствором серной кислоты сопровождается следующими химическими реакциями:



Такие минералы, как куприт и самородная медь могут растворяться в серной кислоте в присутствии окислителя Fe^{3+} :



Сульфидные минералы меди: халькозин Cu_2S , ковеллин CuS , дигенит Cu_9S_5 , халькопирит CuFeS_2 , борнит Cu_5FeS_4 растворяются в серной кислоте только с использованием предварительного окисления с помощью бактерий. Причем халькозин растворяется быстро, ковеллин и борнит – относительно быстро, халькопирит растворяется медленно, если не присутствует катализатор, например серебро.

Исходя из вышеописанных химических уравнений стехиометрическое массовое отношение меди к серной кислоте составляет 1 : 1,543, т.е. на 1 массовую часть растворенной меди расходуется теоретически 1,543 массовых частей серной кислоты.

Как правило, даже на растворение мономинералов расход серной кислоты на 10-15% превышает теоретический.

Кроме соединений меди в руде присутствуют кислоторастворимые соединения кальция и железа, которые также являются потребителями серной кислоты.

В настоящих исследованиях была проведена оценка возможности гидрометаллургической переработки хвостов флотации, полученных при обогащении окисленной руды. Фазовый анализ хвостов флотации приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты фазового анализа хвостов флотации

Компоненты	Хвосты флотации	
	Содержание, %	Распределение, %
Медь окисленная	0,447	73,88
Медь в первичных сульфидах	0,078	12,90
Медь во вторичных сульфидах	0,072	11,90
Медь водорастворимая	0,008	1,32
Медь общая	0,605	100,00

Из результатов фазового анализа следует, что 75,2% меди в хвостах флотации находится в достаточно легко растворимой форме (медь водорастворимая и медь окисленная).

По данным минералогических исследований большая часть минералов меди в хвостах флотации представлена сростками с порообразующими минералами.

Известно, что при гидрометаллургической обработке сырья в растворе серной кислоты растворяются в первую очередь свободные зерна окисленных минералов меди, а также окисленные минералы меди, находящиеся в сростках.

При этом не малую роль играет степень раскрытия минералов, которая зависит от степени измельчения. Следует отметить, что наибольшая степень раскрытия достигнута на хвостах флотации крупностью 80% класса минус 0,074мм.

По данным фазового анализа и минералогических исследований можно предположить, что степень растворения меди из хвостов флотации может составить 75-80%.

Для более точного определения степени растворения меди из хвостов флотации и расхода серной кислоты на выщелачивание меди проведены опыты по обработке хвостов флотации растворами серной кислоты различной концентрации.

При проведении опытов отношение твердого к жидкому в пульпе составило Т : Ж = 1 : 2, время перемешивания пульпы в течение 6 часов. Результаты опытных данных приведены в таблице 8, а на рисунке 13 представлена графическая интерпретация степени вскрытия меди из хвостов от расхода серной кислоты.

Таблица 8 – Выщелачивание меди из хвостов флотации окисленной руды растворами серной кислоты различной концентрации

№ п/п	Наименование показателей	Показатели				
1	Начальная концентрация серной кислоты в жидкой фазе пульпы, г/л	10,0	20,0	30,0	50,0	80,0
2	Загрузка серной кислоты при выщелачивании меди, кг/т хвостов	20,0	40,0	60,0	100,0	160,0
3	Расход серной кислоты на взаимодействие с минералами, кг/т хвостов	19,4	36,4	51,4	55,0	102,0
4	Содержание в жидкой фазе пульпы, г/л: медь H ₂ SO ₄ рН	1,84 0,3 2,96	2,53 1,8 1,48	2,60 4,3 1,16	2,75 22,5 0,81	2,77 29,0 0,66
5	Масса выщелоченной меди из 1 т хвостов, кг	3,68	5,06	5,20	5,50	5,54
6	Расход серной кислоты на взаимодействие с минералами, кг на 1 кг выщелоченной меди	5,27	7,19	9,88	10,00	18,41
7	Убыль массы хвостов при выщелачивании, %	4,15	5,50	6,00	6,95	7,00
8	Содержание меди в твердой фазе остатков выщелачивания, кг/т	2,30	1,14	1,00	0,83	0,74
9	Расчетное содержание меди в исходных хвостах флотации, кг/т	5,89	6,14	6,14	6,27	6,23
10	Степень растворения меди из хвостов, %	62,48	82,41	84,69	87,72	88,92

Низкая степень растворения меди при исходной концентрации серной кислоты 10 г/л обусловлена более высоким значением рН после выщелачивания и, соответственно, не достаточным количеством серной кислоты для выщелачивания растворимой меди. Для максимального растворения меди требуемое значение рН после окончания выщелачивания составляет не более двух.

Из представленного на рисунке 13 графиков зависимостей следует, что максимальная степень растворения меди (88,92%) достигнута при исходной концентрации серной кислоты 80 г/л.

При концентрации серной кислоты 50 г/л также достигаются достаточно высокие показатели по выщелачиванию меди - 87,72%.

Следует отметить, что при концентрации серной кислоты 50 г/л, ее расход на взаимодействие с минералами составил 55 кг/т хвостов флотации или 10 кг/кг выщелоченной меди. При более высокой концентрации серной кислоты в пульпе резко повысился её расход до 102 кг/т хвостов флотации или до 18,41 кг/кг выщелоченной меди при относительно небольшом приросте степени растворения меди (1,2%).

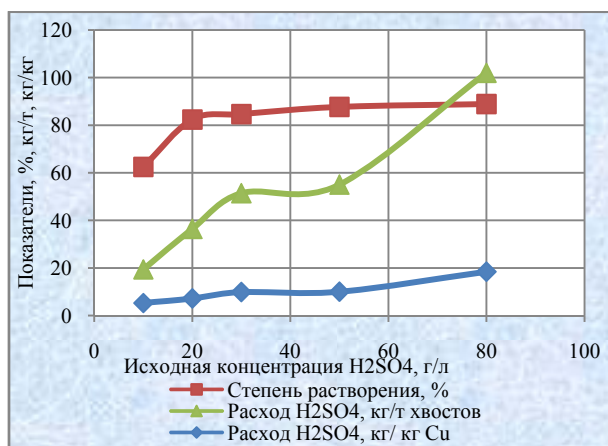


Рисунок 13 – Зависимость степени растворения меди от расхода серной кислоты

На основании вышеуказанных результатов установлено, что наиболее оптимальной концентрацией серной кислоты для выщелачивания меди из хвостов является 50 г/л.

Полученные положительные результаты позволили рекомендовать комбинированную технологию переработки окисленной медной руды, включающую флотационное обогащение и гидрометаллургическую переработку хвостов флотации (рисунок 14).

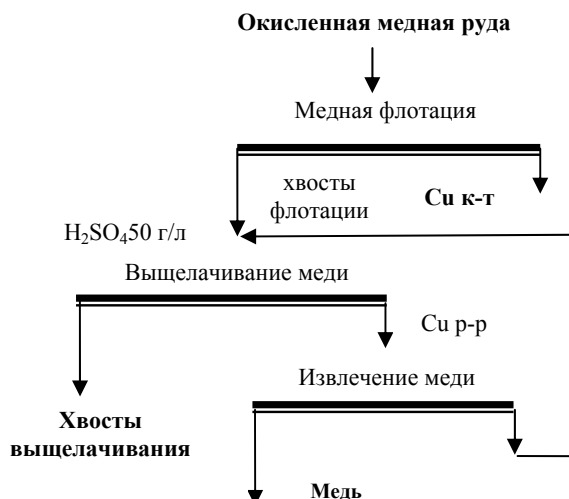


Рисунок 14 - Принципиальная технологическая схема комбинированной технологии переработки окисленной медной руды

Таблица 9 – Баланс по меди при переработке 1 т окисленной руды комбинированным методом: флотация + сернокислотное выщелачивание меди

Наименование продукта	Масса продукта, т	Содержание меди, кг/т	Масса меди, кг	Распределение меди, % от руды
Флотационное обогащение				
Окисленная руда	1,0	12,737	12,737	100,00
Флотационный концентрат	0,0291	229,5	6,679	52,44
Хвосты флотации	0,9709	6,24	6,058	47,56
Сернокислотное выщелачивание меди из хвостов флотации				
Хвосты флотации	0,9709	6,24	6,058	47,56
Раствор	1,9418	2,725	5,292	41,55
Хвосты выщелачивания	0,9228	0,83	0,766	6,01

В таблице 9 приведен баланс по меди при переработке руды комбинированным методом: флотационное обогащение окисленной руды и последующее сернокислотное выщелачивание меди из хвостов флотации.

Из данных таблицы 9 следует, что по комбинированной технологии, включающей флотационное обогащение и сернокислотное выщелачивание меди из хвостов флотации, сквозное извлечение меди составляет 93,99%.

На основании проведенных лабораторных исследований и полупромышленных испытаний разработана комбинированная флотационно-гидрометаллургическая схема переработки окисленной медной руды месторождения «Хаджиконган», обеспечивающая получение наиболее высокой степени извлечения меди, а именно:

- по флотационной технологии выделен медный концентрат с содержанием меди 22,95%, серебра 283,9 г/т при извлечении меди 52,44%, серебра 63,74%;

-сернокислотное выщелачивание меди из хвостов флотации позволяет дополнительно извлечь 41,55 % меди и тем самым повысить сквозное извлечение меди из руды до 93,99%.

По результатам проведенных полупромышленных испытаний разработан технологический регламент на проектирование обогатительной фабрики по переработке окисленной медной руды месторождения «Хаджиконган» по комбинированной флотационно-гидрометаллургической схеме.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] mining-prom.ru/cvetmet/med/
- [2] <http://ecology-of.ru/med/lidery-po-proizvodstvu-medi>
- [3] <https://finance.nur.kz/1140244-v-kazakhstane-rezko-vyroslo-dobycha-med.html>
- [4] Ниязов А.А., Шалгымбаев С.Т., Ли Э.М., Кошик А.А./ Безотходная технология обогащения колчеданной медно-цинковой руды месторождения «Кундызды»// Материалы VI Уральский горно-промышленный форум Инновационные технологии обогащения минерального и техногенного сырья (2-4 декабря) – Екатеринбург, 2015 – стр. 183-187
- [5] Шалгымбаев С.Т., Ниязов А.А., Ли Э.М., Митина В.Ф. и др./ Полупромышленные испытания окисленной медной руды месторождения Жетымшоки// Журнал «Промышленность Казахстана» - Алматы, №1(94) 2016– С.73-77.
- [6] Шалгымбаев С.Т., Ниязов А.А., Ли Э.М., Тюгай О.М., Шегай О.Г., Авдеев С.Л., Горкун Т.И./ Полупромышленные испытания сульфидной медной руды месторождения «Хаджиконган»// Материалы 2-й Международной научной школы академика К.Н. Трубецкого «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр», ИПКОН РАН, Москва, 2016 – С. 265-270.
- [7] Шалгымбаев С.Т., Ниязов А.А., Ли Э.М., Митина В.Ф., Тюгай О.М., Шегай О.Г., Авдеев С.Л., Особенности минерального состава окисленной медной руды месторождения «Хад-жиконган» // Материалы научно-технической конференции, проводимой в рамках VI Уральского горнопромышленного форума «Инновационные технологии обогащения минерального и техногенного сырья» // Изд-во УГГУ, 17-19 октября 2017, г. Екатеринбург – С. 158-163.
- [8] Абрамов А.А. Технология обогащения окисленных и смешанных руд цветных металлов. - М.: Недра, 1986.
- [9] Митрофанов С.И. Селективная флотация. - М.: Metallurgizdat, 1958.
- [10] Бергер Г.С. Флотируемость минералов. – М.: Госгортехиздат, 1962.
- [11] Испытание гидрометаллургических методов извлечения металлов из окисленной медно-никелевой руды месторождения Южный Максуг. Болотова Л.С., Романенко А.Г. и др. Отчет Казмеханобра, Алматы, 2007 г, 60 с.
- [12] Исследования по кучному выщелачиванию меди из окисленных руд месторождения Коксай. Болотова Л.С., Романенко А.Г. и др. Отчет Казмеханобра, Алматы, 2008 г., 51 с.
- [13] Изучение возможности извлечения меди из ТМО Карсакпайского медеплавильного завода по технологии кучного выщелачивания. Болотова Л.С., Романенко А.Г. и др. Отчет Казмеханобра, Алматы, 2014 г, 57 с.
- [14] Результаты лабораторных тестов для определения технологических свойств окисленных медьсодержащих руд месторождения Ай. Болотова Л.С., Романенко А.Г. и др. Отчет Казмеханобра, Алматы, 2014 г, 51 с.
- [15] Изучение вещественного состава и проведение опытов по выщелачиванию на 3-х пробах окисленной Cu – Zn руды месторождения в ВКО. Болотова Л.С., Акжаркенов М.Д. и др. Отчет Казмеханобра, Алматы, 2015 г, 20 с.
- [16] Алтынбек Ш.Ч., Акжаркенов М.Д., Болотова Л.С., Романенко А.Г. Извлечение меди ионообменными смолами из сернокислых растворов в присутствии железа. Материалы IX Международной конференции «Эффективное использование ресурсов и охрана окружающей среды – ключевые вопросы развития горно-металлургического комплекса и XII Международной научной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения». Усть-Каменогорск, 2015 г., том 4, С. 189-194.

Ә.А. Жәрменов¹, С.Т. Шалғымбаев², А.А. Ниязов², Э.М. Ли²,
Л.С. Болотова², Д.Н. Агибаева², О.М. Тюгай³, О.Г. Шегай³

¹«Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді ұқсату жөніндегі Ұлттық Орталығы»
Республикалық Мемлекеттік кәсіпорын Қазақстан Республикасы Алматы қ.;

²Республикалық Мемлекеттік кәсіпорынның «КАЗМЕХАНОБР» «Мемлекеттік-өнеркәсіптік экология
жөніндегі ғылыми-өндірістік бірлестігі» филиалы, Қазақстан Республикасы Алматы қ.;

³«Тау-кен-экономикалық консалтингі» ЖШС, Қазақстан Республикасы Алматы қ.

«ҚАЖЫҚОНҒАН» КЕНІШІНІҢ ТОТЫҚТЫРЫЛҒАН МЫС КЕНДЕРІН ҚАЙТА ӨНДЕУ ҚҰРАМДАСТЫРЫЛҒАН ФЛОТАЦИЯЛЫҚ- ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

Аннотация. Мақалада «Қажықонған» кенорнының тотыққан мыс кендерін өңдеудің құрам-дастырылған флотация-гидрометаллургиялық технологиясын әзірлеу бойынша зертханалық және жартылай өнеркәсіптік сынақтардың қорытындылары ұсынылған.

Негізгі және бақылау операциялары үшін реагенттер шығыны, бірінші және екінші кезеңде ұсақтаудың оңтайлымдерін таңдау жағдайында тотыққан мыс кендерін байытудың флотациялық жүйесі әзірленген болатын.

Құрамында 1,75 % мысы, 19,74 г/т күмісі бар тотыққан мыс кендерін байытудың флотациялық технологиясы бойынша алынған:

- құрамында 21,75%мыс бар –мыс концентраты, мыстың алынуы 47,76%, сонымен қатар ілеспе түрде мыс концентратына құрамында 290,6 г/т күмісі бар 56,54 % күміс алынды;

- құрамында 0,97% мыс бар мыс флотациясы қалдықтары, шығымы 96,16% үйінді болып қалады және ондағы мыстың жоғалуы 52,24% құрайды.

Құрамындағы мысты толықтай алу мақсатында флотация қалдықтарын гидрометаллургиялық қайта өңдеу бойынша зерттеулер жүргізілді.

Мыстың гидрометаллургиясына зерттеулер жүргізу үшін флотация қалдықтарын жинақтауға жартылай өнеркәсіптік сынақтар өткізілді. Сынақ зертханалық сынамалардың заттық құрамына ұқсас, құрамында 13,0 г/т күміс, 1,29% мысы бар, салмағы 2 тонна кенге жүргізілді.

Жүргізілген зерттеулер мен жартылай өнеркәсіптік сынақтар нәтижесінде «Қажықонған» кенорнының тотыққан мыс кендерін өңдеуде, мыс алудың аса жоғары деңгейін қамтамасыз ететін құрамдастырылған флотациялы-гидрометаллургиялық технологиясы әзірленді, атап айтқанда:

- флотациялық технология бойынша 52,44% мыс, 63,74% күміс алынатын құрамында 22,95% мыс, 283,9 г/т күміс бар мыс концентраты бөлініп алынды;

- флотация қалдықтарынан мысты күкірт қышқылымен сілтілеу қосымша 41,55 % мысты алуға мүмкіндік береді, әрі, кеннен тікелей 93,99% дейін мыс алуды жоғарылатады.

Жүргізілген жартылай өнеркәсіптік сынақтар қорытындысы бойынша құрамдастырылған флотациялы-гидрометаллургиялық технологиясымен «Қажықонған» кенорнының тотыққан мыс кендерін өңдеуге арналған байыту фабрикасын жобалаудың технологиялық регламенті әзірленді.

Тірек сөздер: тотықтырылған кендер, малахит, азурит, ковеллин, монтмориллонит, флотация, концентрат, қалдықтар, гидрометаллургия, күкірт қышқылы.

МАЗМҰНЫ

<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Жоғарғы үдемелі капиллярлық-кеуектік жылуалмастырғышты зерттеу және есептеу.....	5
<i>Ламбекова А.Н.</i> Ішкі аудит тиімділігі: ауқымды мәліметтерді талдау.....	11
<i>Мынбаева Д.Е., Нургалиева А.М.</i> Екінші деңгейдегі банктердің басқару есебінде трансферттік бағалау белгілеудің қалыптасуы.....	15
<i>Сунакбаева Д.К.</i> Болашақ эколог мамандарды кәсіби даярлауда мобильді технологияларды пайдалану.....	19

Химия

<i>Стацюк В.Н., Айт С., Журинов М. Ж., Фогель Л.А., Абрашов А. А.</i> Гетероциклді аминдердің сынаптағы адсорбциялық сипаттамалары мен темірдегі ингибиторлық қабілеті арасындағы өзара байланыс.....	23
<i>Ермагамбет Б.Т., Қазанқапова М.Қ., Нургалиев Н.У., Касенова Ж.М., Сайранбек А., Абылгазина Л.Д.</i> «Кендірлік» кенішінен алынған тақтатаст негізінде кеуекті-көміртекті материалдарды алу.....	30
<i>Шамбилова Г. Қ., Абдықадыров Б. К., Ажғалиев М. Н., Аманов Н.К.</i> Целлюлоза мен синтетикалық полимерлердің N-метилморфолин-N-оксидіндегі аралас ерітінділерінің фазалық ауысулары мен реологиялық қасиеттері.....	38

Техникалық ғылымдар

<i>Жәрменов Ә.А., Шалғымбаев С.Т., Ниязов А.А., Ли Э.М., Болотова Л.С., Агибаева Д.Н., Тюгай О.М., Шегай О.Г.</i> «Қажықонған» кенішінің тотықтырылған мыс кендерін қайта өңдеу құрамдастырылған флотациялық-гидрометаллургиялық технологиясын әзірлеу.....	46
---	----

Ақпараттық технологиялар

<i>Абдрахманов А.Е.</i> Криптографиялық қорғау бұзушылар моделдер және ҚР СТ 1073-2007 стандарты.....	62
---	----

Медицина

<i>Филиппова А.А., Рахимов Қ.Д., Абуова Ж.Б.</i> Ауруханада антибиотиктерді тиімді пайдалану қағидалары.....	72
<i>Сапаров Қ.А., Әсіл Ж.С.</i> Әр түрлі дозадағы темекі түтінінің әсеріне өкпенің құрылымдық-функционалдік өзгерістерін зерттеу.....	77

Биология

<i>Аширбеков Е.Е., Ботбаев Д.М., Белкожаев А.М., Абайлдаев А.О., Неупокоева А.С., Мухатаев Ж.Е., Алжанұлы Б., Шарафутдинова Д.А., Мукушкина Д.Д., Рахымгожин М.Б., Хансеитова А.К., Лимборская С.А., Айтхожина Н.А.</i> Оңтүстік-қазақстан, жамбыл және алматы облысы қазақтарының Y-хромосома гаплотоптарының таралуы.....	85
<i>Мустафин К.Г., Ахметсадыков Н.Н., Нармуратова Ж.Б., Жакипбекова А.С.</i> <i>Ganoderma Lucidum</i> және <i>Trametes Versicolor</i> саңырауқұлақтары биомассасының биологиялық белсенділігін зерттеу.....	96
<i>Мухтубаева С.К., Нелина Н.В., Ситпаева Г.Т., Құдабаева Г.М., Веселова П.В., Билибаева Б.К., Жумадилова А.</i> Солтүстік Тянь-Шанның (Күнгей және Қырғыз Алатауы) сирек, эндемді, реликті және жойылып бара жатқан өсімдік түрлері	103
<i>Лаханова К.М., Кедельбаев Б.Ш.</i> Сыра үгіндісі гидролитикалық гидролиз және гидрлеу арқылы ксилит алу процесін зерттеу.....	111

Аграрлық ғылым

<i>Айдарханова Г.С., Тілеуберді А.Н.</i> Ағаш емес орман ресурстарының қолдану мәселелері мен келешегі.....	117
---	-----

Қоғамдық ғылымдар

<i>Азатбек Т., Тлесова Э., Бочарова А.</i> Беларусь республикасының экономикасындағы шетелдік инвестициялардың рөлін бағалау.....	128
<i>Асаинов А.Ж., Сәкенов Н.А., Сарыбаева И.Е.</i> Қазақстанның экономикалық қауіпсіздігі заманауи шарттары.....	138
<i>Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө.</i> Құқықтың эволюциялық даму кезеңдері туралы.....	142
<i>Бекенова Л.М.</i> Алматыдағы инновациялық дамуды стратегиялық басқару.....	147
<i>Буткенова А. Қ.</i> (Мысалы Қазақмыс корпорациясы ЖШС) адам капиталын басқарудың өнеркәсіптік кәсіпорындар зерттеу саясаты.....	154
<i>Калиева Г.Т.</i> Агроөнеркәсіптердің инновациялық даму бағалау әдістері.....	158
<i>Құлбекова А.Ж.</i> Кәсіпкерлік мәні және бағалау, кәсіпкерлік тәуекелді қабылдау кезінде инвестициялық жобасының мұнай-газ саласы.....	165
<i>Молдашева А. К.</i> Атырау облысы бойынша шағын және орта бизнестің даму ерекшеліктері.....	176
<i>Насимов М. Ө.</i> Бәсекелік қабілет ұғымының негізгі белгілері мен ерекшеліктері.....	182

<i>Нурлихина Г.Б., Кольбаев М.К., Маткаримова Л.К.</i> Қазақстандағы шағын кәсіпкерліктің инновациялық инфрақұрылымының қазіргі жағдайы.....	190
<i>Хуаныш Л.</i> Заманауи шарттардағы қр кәсіпорындарында ішкі бақылау.....	205
<i>Серикова М.А.</i> Қазақстан республикасындағы салық аудитінің даму жағдайы мен перспективалары.....	211
<i>Темирова А.Б., Амирова Г., Юсупова С.А. Баймунинова Н.Х.</i> Халықаралық интеграция жағдайында ұлттық экономиканың бәсекеге қабілеттілігін арттыру.....	218
<i>Уахитжанова А.М.</i> Экономика аграрлық секторының бәсекеге қабілеттілігінің кепілі ретіндегі Қазақстан агроөнеркәсіптік кешені дамуын қаржыландыру	226
<i>Жанбырбаева С.М., Зурбаева А.Б.</i> Фасилити менеджмент кәсіпорын инфрақұрылымын басқарудың заманауи бағыты ретінде.....	236
<i>Саткалиева Т.С.</i> Қазақстандағы еңбекақы төлеу және қызметкерлерді ынталандыру жүйесі.....	245
<i>Ниеталина Г.К.</i> Қазақстандағы агроөнеркәсіп кешенінің бүгінгі жағдайы.....	252
<i>Әбжет Б.С., Шайхыстамова М.Б.</i> Түркі халықтарында қисса жанрының дамуы және оның архаикалық эпос жанрына тигізген әсері.....	260
<i>Шойбеков Р., Картаева Т.</i> Кимешек атрибуциясы.....	267
<i>Сабирова Р.К., Джумаева А.К., Тепова Г.Б., Масалимова А.К.</i> Қазақстан мен Қытай темір жол саласын дамытудың өзекті мәселелері.....	277

СОДЕРЖАНИЕ

Генбач А.А., Джаманкулова Н.О. Исследование и расчет высокофорсированного капиллярно-пористого теплообменника.....	5
Ламбекова А.Н. Эффективность внутреннего аудита: анализ большими данными.....	11
Мынбаева Д.Е., Нургалиева А.М. Формирование трансфертного ценообразования в системе управленческого учета в банках второго уровня.....	15
Сунакбаева Д.К. Использование мобильных технологий в формировании профессиональной компетенции будущих экологов.....	19

Химия

Стацюк В.Н., Айт С., Журинов М. Ж., Фогель Л.А., Абрашов А. А. Взаимосвязь между адсорбционными характеристиками гетероциклических аминов на ртути и их ингибирующей способностью на железе.....	23
Ермагамбет Б.Т., Казанкапова М.К., Нургалиев Н.У., Касенова Ж.М., Сайранбек А., Абылгазина Л.Д. Получение пористо-углеродных материалов на основе сланца месторождения «Кендырлык».....	30
Шамбилова Г. К., Абдыкадыров Б. К., Ажгалдиев М. Н., Аманов Н.К. Фазовые переходы и реологические свойства смешанных растворов целлюлозы и синтетических полимеров в N-метилморфолин-N-оксиде.....	38

Технические науки

Жарменов А.А., Шалгымбаев С.Т., Ниязов А.А., Ли Э.М., Болотова Л.С., Агибаева Д.Н., Тюгай О.М., Шегай О.Г. Разработка комбинированной флотационно - гидрометаллургической технологии переработки окисленной медной руды месторождения «Хаджиконган».....	46
--	----

Информационные технологии

Абдрахманов А.Е. Модели нарушителей криптографической защиты и стандарт СТ РК 1073-2007.....	62
--	----

Медицина

Филиппова А.А., Рахимов К.Д., Абуова Ж.Б. Принципы рационального применения антибиотиков в стационаре.....	72
Сапаров К.А., Асил Ж.С. Структурно-функциональное исследование легких на воздействия различных доз сигаретного дыма.....	77

Биология

Аширбеков Е.Е., Ботбаев Д.М., Белкожаев А.М., Абайлдаев А.О., Неупокоева А.С., Мухатаев Ж.Е., Алжанулы Б., Шарафутдинова Д.А., Мукушкина Д.Д., Рахымгожин М.Б., Хансеитова А.К., Лимборская С.А., Айтхожина Н.А. Распределение гаплогрупп Y-хромосомы казахов южно-казахстанской, Жамбылской и Алматинской областей.....	85
Мустафин К.Г., Ахметсадыков Н.Н., Нармуратова Ж.Б., Жакипбекова А.С. Изучение биологической активности биомассы грибов <i>Ganoderma Lucidum</i> и <i>Trametes Versicolor</i>	96
Мухтубаева С.К., Нелина Н.В., Ситпаева Г.Т., Кудаббаева Г.М., Веселова П.В., Билибаева Б.К., Жумадилова А. Редкие, эндемичные, реликтовые и исчезающие виды растений северного Тянь-Шаня (Кунгей и Киргизский Алатау).....	103
Лаханова К.М., Кедельбаев Б.Ш. Гидролитическое гидрирование целлюлозы гуза-паи с целью получения сорбита.....	111

Аграрные науки

Айдарханова Г.С., Тілеуберді А.Н. Проблемы и перспективы развития использования недревесных лесных ресурсов.....	117
--	-----

Общественные науки

Азатбек Т.А., Тлесова Э.Б., Бочарова А. Оценка роли иностранных инвестиций в экономике республики Беларусь.....	128
Асаинов А.Ж., Сакенов Н.А., Сарыбаева И.Е. Состояния экономической безопасности Казахстана в современных условиях.....	138
Аюпова З.К., Кусаинов Д.У. Об этапах эволюционного развития права.....	142
Бекенова Л.М. Стратегическое управление инновационным развитием Алматы.....	147
Буткенова А.К. Исследование политики промышленных предприятий в области управления человеческим капиталом (на примере ТОО корпорация Казахмыс).....	154
Калиева Г.Т. Методы оценки инновационного развития предприятий агропромышленного комплекса.....	158
Кулубекова А.Ж. Оценка предпринимательских рисков при принятии инвестиционного проекта в нефтегазовой отрасли.....	165

<i>Молдашева А.К.</i> Особенности развития малого и среднего бизнеса по Атырауской области.....	176
<i>Насимов М. О.</i> Основные признаки и особенности понятия конкурентоспособность	182
<i>Нурлихина Г.Б., Кольбаев М.К., Маткаримова Л.К.</i> Современное состояние инновационной инфраструктуры малого предпринимательства в Казахстане.....	190
<i>Хуаныш Л.</i> Внутренний контроль на предприятиях РК в современных условиях.....	205
<i>Серикова М.А.</i> Состояние и перспективы развития налогового аудита в республике Казахстан.....	211
<i>Темирова А.Б., Амирова Г., Юсупова С.А., Баймуминова Н.Х.</i> Повышение конкурентоспособности национальной экономики в условиях международной интеграции.....	218
<i>Уахитжанова А.М.</i> Финансирование развития агропромышленного комплекса Казахстана, как залог конкурентоспособности аграрного сектора экономики.....	226
<i>Жанбырбаева С.М., Зурбаева А.Б.</i> Фасилити менеджмент как современное направление управления объектами инфраструктуры предприятия.....	236
<i>Саткалиева Т.С.</i> Система оплаты труда и стимулирования персонала в Казахстане.....	246
<i>Нияталиня Г.К.</i> Современное состояние АПК в Казахстане.....	252
<i>Абжет Б.С., Шайхыстамова М.Б.</i> Развитие жанра саги в тюркском народе и его влияние на жанр архаического эпоса	260
<i>Шойбеков Р., Картаева Т.</i> Атрибуция кимешека.....	267
<i>Сабирова Р.К., Джумаева А.К., Тепова Г.Б., Масалимова А.К.</i> Современные проблемы развития железнодорожной отрасли Казахстана и Китая	277

CONTENT

<i>Genbach A.A., Jamankulova N.O.</i> Research and calculation of high-forced capillary-porous heat exchanger.....	5
<i>Lambekova A.N.</i> Efficiency of internal audit: large data analysis.....	11
<i>Mynbayeva D.Y., Nurgaliyeva A.M.</i> Formation of pricing in the system of management accounting of second-tier banks...	15
<i>Sunakbayeva D.K.</i> Application of mobile technologies in forming the professional competence of future ecologists.....	19
Chemistry	
<i>Statsyuk V.N., Ait S., Zhurinov M.Zh., Fogel L.A., Abrashov A. A.</i> The relationship between the adsorption characteristics of heterocyclic amines on mercury and their inhibitory ability on iron.....	23
<i>Ermagambet B.T., Kazankapova M.K., Nurgaliyev N.U., Kasenova Zh.M., Sayranbek A., Abylgazina L.D.</i> The production of porous-carbon materials from based on oil shale of the Kendyrlыk deposit.....	30
<i>Shambilova G. K., Abdykadyrov B. K., Azhgaliev M. N., Amanov N. K.</i> Phase transitions and rheological properties of mixed solutions of cellulose and synthetic polymers in N-methylmorpholine-N-oxide.....	38
Technical sciences	
<i>Zharmenov A.A., Shalgymbaev S.T., Niyazov A.A., Lee E.M., Bolotova L.S., Agibaeva D.N., Tugai O.M., Shegai O.G.</i> Development of a combined flotation-hydrometallurgical technology for the processing of oxidized copper ore at the Khadjikong deposit.....	46
Information technology	
<i>Abdrakhmanov A.E.</i> Models of violators of cryptographic protection and standard ST RK 1073-2007.....	62
Medicine	
<i>Filippova A.A., Rakhimov K.D., Abuova Zh.B.</i> Principles of rational use of antibiotics in a hospital.....	72
<i>Saparov K.A., Asil Zh.A.</i> Structural and functional study of the lungs on the effects of various doses of cigarette smoke.....	77
Biology	
<i>Ashirbekov E.E., Botbaev D.M., Belkozhaev A.M., Abayldaev A.O., Neupokoeva A.S., Mukhataev J.E., Alzhanuly B., Sharafutdinova D.A., Mukushkina D.D., Rakhymgozhin M.B., Khanseitova A.K., Limborska S.A., Ayt Khozhina N.A.</i> Distribution of Y-chromosome haplogroups of the kazakh from the south Kazakhstan, Zhambyl and almaty regions.....	85
<i>Mustafin K.G., Akhmetsadykov N.N., Narmuratova Zh.B., Zhakipbekova A.S.</i> Biological activity of <i>Ganoderma Lucidum</i> and <i>Trametes Versicolor</i> biomass	96
<i>Mukhtubaeva S.K., Nelina N.V., Sitpayeva G.T., Kudabayeva G.M., Veselova P.V., Bilibayeva B.K., Jumadilova A.</i> Rare, endemic, relict and endangered plant species of the northern Tien Shan (Kungei, Kirgizskiy Alatau).....	103
<i>Lakhanova K.M., Kedelbaev B.Sh.</i> Hydrolytic hydrogenation of 291 cellulose guza-paya with the aim of obtaining sorbitol.....	111
Agricultural science	
<i>Aidarkhanova G. S., Tileuberdi A. N.</i> Problems and prospects of development of use of non-wood	117
Social Sciences	
<i>Azatbek T.A., Tlesova E.B., Bocharova A.</i> Evaluation of the role of foreign investment in the economy of the republic of Belarus.....	128
<i>Asainov A.Zh., Sakenov NA, A., Sarybaeva I.E.</i> Status of economic safety of Kazakhstan in modern conditions.....	138
<i>Ayupova Z.K., Kussainov D.U.</i> About the stages of evolutionary development of law.....	142
<i>Bekenova L.M.</i> Strategic management of innovational development in Almaty.....	147
<i>Butkenova A. K.</i> Investigation of politics of industrial enterprises in the field of management of human capital (on the example of LLP Kazakhmys corporation).....	154
<i>Kaliyeva G.T.</i> Methods of estimation of innovative development of agro industrial complex enterprises	158
<i>Kulubekova A.Zh.</i> Estimation of enterprise risks at acceptance of investment project in oil and gas industry.....	165
<i>Moldasheva A. K.</i> Features of development of small and medium business in Atyrau region.....	176
<i>Nassimov M. O.</i> Main signs and features of the concept competitiveness.....	182
<i>Nyurlikhina G.B., Kolbayev M.K., Matkarimova L.K.</i> Contemporary state of innovative infrastructure of small entrepreneurship in Kazakhstan.....	190
<i>Huanys L.</i> Internal control at rk enterprises in modern conditions.....	205
<i>Serikova M.A.</i> Condition and perspectives of the development of tax audit in the republic of Kazakhstan.....	211
<i>Temirova A.B., Amirova G., Yssupova S.A., Baimuminova N.H.</i> Improving the competitiveness of the National Economy in the conditions of International Integration.....	218

<i>Uakhitzhanova A.M.</i> Financing the development of the agro-industrial complex of Kazakhstan, as a guarantee of competitiveness of the agrarian sector of the economy.....	226
<i>Zhanbyrbayeva S., Zurbayeva A.</i> Facilities management as modern direction of enterprise's infrastructure management.....	236
<i>Satkaliyeva T.S.</i> System of payment and stabulation of personnel in Kazakhstan.....	245
<i>Nietalina G.K.</i> The present state of the APK in Kazakhstan.....	252
<i>Abjet B.S. Shaykhystamova M.B.</i> Development of the genre of sagi in turkish people and its impact on genre of archaic epos.....	260
<i>Shoibekov R., Kartaeva T.E.</i> Attribution of kimeshek.....	267
<i>Sabirova P.K., Zhumayeva A.K., Tlepova G.B., Masalimova A.K.</i> Modern problems of development of railway industry of Kazakhstan and China.....	277

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 13.12.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
18,3 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19