

**Чигамбаев Темырбай Отарбаевич**, техника ғылымдарының кандидаты, Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан, t.chigambayev@aes.kz

**Уалиев Аблай Асхатович**, магистр, Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан ualievablay@gmail.com

**Андатпа.** Биолизация - қоршаған ортаға табиғи материалдарды қолдана отырып, сульфидті кендерден немесе концентраттардан метал алу; атап айтқанда су, ауа және микроорганизмдер. Басқаша айтқанда, биоллизирлеу - бұл белгілі бір табиғи бактериялар мен архейлердің сульфидті минералдардың тотығуын катализдеу қабілетін коммерцияландыру. Сульфидті минералдарды сілтілеу әдеттегі қышқыл сілтілендіруінен биологиялық сілтілеуді ажыратады, онда тек тотыққан минералдар шайылады.

Бұл мақалада микроорганизмдер көмегімен мыс өндіру процесінің сипаттамасы, оларды автоматтандыру жетістіктері, функционалдық сипаттамалары және мыс балқытатын автоматтандыру жүйесінің конфигурациясы келтірілген.

**Түйінді сөздер:** Биологиялық тазарту, биоксидтеу, минералды, сульфидті кендер.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyspayev, ISSN 1609-1817, DOI 10.52167/1609-1817, Vol. 118, No.3 (2021) pp.78-85

## PROCESSING TECHNOLOGY OF KAZAKHSTAN COPPER ORE - PROSPECTS FROM PAST EXPERIENCE

**Chigambaev Temyrbai Otarbavich**, Cand.Sc.(Tech.), Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, t.chigambayev@aes.kz

**Yusupova Saltanat Abenovna**, Cand.Sc.(Tech.), Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, t.chigambayev@aes.kz

**Ualiyev Ablay Askhatovich**, master student, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, ualievablay@gmail.com

**Abstract.** The article is based on the use of deposits in the world and the most common beneficiation technologies. Typical elements of the current technological scheme for copper processing.

The beneficiation of ores and the reasons for their use were discussed.

Also, the article describes some of the methods of processing Kazakh copper ores. The main proposed technologies are: abandonment, in justified cases, the separation of ore into fractions with an increased content of sandstone and carbonate ores, flotation in the grinding circuit as part of the final preparation of ore for coarser flotation, a classical cleaning system, product processing with a grinding system in new type mills, classification and tailings flotation.

**Keywords:** copper ore, copper, beneficiation, flotation, mill.

УДК 681.3(075.8)

DOI 10.52167/1609-1817-2021-118-3-78-85

**Т.О. Чигамбаев, С.А. Юсупова, А.А. Уалиев**

Алматынський университет энергетика и связи имени Г. Даукеева. г. Алматы, Қазақстан

## ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ КАЗАХСТАНСКИХ МЕДНЫХ РУД – ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗ ПРОШЛОГО ОПЫТА

**Аннотация.** В статье описаны основные типы существующих месторождений меди в мире и наиболее распространенные технологии обогащения.

Обсуждались обогащения руд и причины их использования.

Также в статье описываются некоторые способы обработки казахстанских медных руд. Основными элементами предлагаемой технологии являются: оставление в обоснованных случаях разделение руды на фракции с повышенным содержанием песчаника и карбонатных руд, флотация в контуре помола в составе эффективной подготовки руды к более грубой флотации, классическая система очистки, обработка промышленного продукта с системой измельчения в мельницах нового типа, классификация и флотация с выпуском хвостов.

**Ключевые слова:** медная руда, медь, обогащение, флотация, мельница.

Казахстанские месторождения медных руд осадочного типа довольно часто встречаются в мире. Тем не менее, они обладают разными минералогическими и физико-химическими свойствами. Сходства происходят только с рудами из региона Лужица и Мансфельд (Германия), в настоящее время не эксплуатируются. Есть также некоторые сходства в отношении белой сосны (США).

В этих условиях при разработке технологии казахстанских медных руд в 60-х гг. в прошлом веке было сложно полностью следовать опыту зарубежных объектов. Эти технологии разработаны институтом цветных металлов и прошли испытания.

В настоящее время по тем же причинам не все достижения в технологии обогащения в мире могут применяться на казахстанских обогатительных фабриках. Ограничения также накладываются существующими техническими и организационными требованиями на отдельных обогатительных фабриках. В мире около 90% добываемой меди извлекается из рудосодержащих сульфидных минералов. Основной метод обогащения – флотация.

Технологические схемы обогащения относительно просты. В большинстве случаев крупность руды направлена на обогащение крупное (степень измельчения  $K_{80\%} = 120-200 \text{ м}$ ), время флотации

короткое и схемы промпродуктов просты. Концентраты грубой флотации обычно перетираются до высвобождения сульфидов меди из других легкоплавающих минералов, таких как пирит.

Каждая технологическая схема обогащения имеет свою спецификацию в зависимости от типа обогащенной руды, но это также отражение состояния техники и периода развития техники.

В мире, с точки зрения процесса обогащения, месторождения медных руд можно разделить на следующие основные виды:

1. Порфировые руды встречаются очень часто, и, по оценкам, более 60% меди, продукция идет с этого типа месторождения. В основном это медьсодержащие руды и медь. Также молибденовые руды. Примеры месторождений порфира: Чукикамата и Ла-Эскондида, (Чили), Каньон Бингем (США), Грасберг (Индонезия)

2. Месторождения медьсодержащего пирита встречаются среди вулканических и вулканогенно-осадочных пород. Состав руд изменчив, обычно полиметаллический с большим количеством пирита или пирротина. Примеры: месторождения в Северной Америке.

3. Стратифицированные отложения в осадочных и метаморфических породах.

Месторождения меди залегают среди морских глинистых образований, менее мергельно. Минералы образуют связующее песчаник, микроскопические зерна, разбросанные в глинисто-карбонатных породах и жилах. Примеры стратифицированных отложений: Нчанга (Замбия), Купфершифер (Польша), Белая сосна (США).

4. Руды сульфатные прочие полиметаллического типа. К ним относятся, например, Cu-Zn-Pb, Cu-Mo, Cu-Ni, Cu-Pb руда и др.

На рисунке 1 показан пример наиболее распространенной технологической схемы обогащения медно-порфириновых руд.

Порфириновые руды, хотя обычно содержат небольшое количество меди ниже 1%, относятся к легко плавящимся рудам, а полученные концентраты содержат около 30% меди.

В случае медно-молибденовых руд технологическая схема более сложна, особенно когда коллективный концентрат меди и молибдена подвергается термообработке перед отделением меди от молибдена.

Медная руда, добываемая и перерабатываемая на заводах Казахстана, имеет сложный химический состав. Для него характерна высокая изменчивость восприимчивости к обогащению. Основная причина заключается в том, что руда встречается в трех литологических

разновидностях: карбонатная, сланец и песчаник с разными физическими и химическими свойствами. Сланцевая руда, самая богатая среди всех этих вариаций, она характеризуется наихудшей обогащенностью. Его доля в месторождения неуклонно увеличивается, но колеблется даже в пределах одного и того же района добычи. Это напрямую влияет на основные параметры месторождения: доля отдельных литологических фракций, содержание меди и следовательно, характеристики обогащения эксплуатируемой руды.

Органические компоненты, появляющиеся в отечественных медных рудах, в основном в сланцевом слое, являются основной причиной трудностей, возникающих в процессе флотации. Их присутствие в рудах существенно определяет ход процесса.

В случае казахстанских медных руд этот вид флотации не принес удовлетворительных результатов и не нашел практического применения. Кроме негативного влияния на процесс флотации, проблема также заключается в содержании органических компонентов в производимых медных концентратах. В настоящее время эта проблема частично решается за счет использования отдельной флотации и производством двух концентратов с разным содержанием органического углерода.

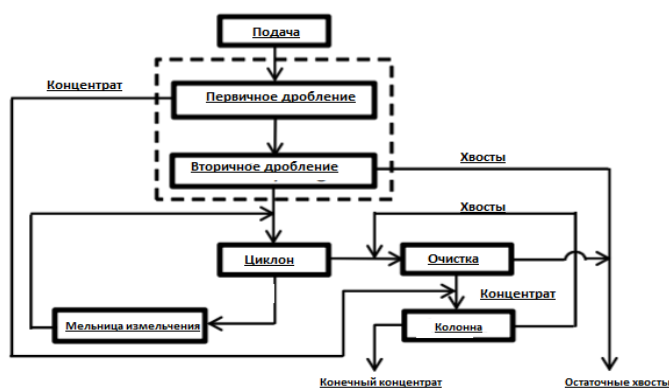


Figure 1 – A typical flowsheet used in the flotation process of porphyry copper  
Рисунок 1- Типовая технологическая схема, используемая в процессе флотации медно-порфиринового сплава

Флотация представляет собой метод обогащения полезных ископаемых на промышленных предприятиях. Этот способ основан на способности одних частиц – гидрофильных - легко смачиваться жидкостью и отделяться от других частиц – гидрофобных. Процесс происходит в жидкой среде, которая аэрируется воздухом или в которую вводятся капельки масла.

Разделение руды на элементы происходит на границе двух разных средств. Во флотационной установке гидрофобные частички прилипают к пузырькам газа или масла и поднимаются на поверхность, в то время как гидрофильные элементы оседают на дне емкости. Этот процесс имеет высокую эффективность и экономичность.

Полная автоматизация позволяет уменьшить себестоимость технологических операций на обогатительной фабрике и в гидрометаллургии.

Флотация в контуре измельчения может осуществляться в обычных флотационных машинах. Это также может быть осуществлено в специальных строительных машинах. Машины специальной конструкции типа ИЗ-9С, ИЗ16С работали в 90-е годы прошлого века на всех участках обогатительных фабрик. Корм для машин этого типа был продукт недоработки шаровых мельниц или гидроциклонов. Следовательно, они работали с высокой плотностью

суспензии и при относительно крупном размере частиц.

Целью флотации, как и в классической флотации в контуре измельчения, было удаление сульфидов меди на стадии первичного обогащения. Полученные концентраты были высокого качества соответствовало качеству конечного концентрата. Это благоприятно сказалось на обращении промышленного продукта и стабильного производства конечного концентрата. Стоит подчеркнуть, что низкое содержание органического углерода в концентратах было получено именно здесь.

В технологии обогащения казахстанских руд, в отличие от порфириновых руд, применяется более грубая флотация, которая характеризуется длительным временем флотации. Система более грубой флотации оказывает значительное влияние на конечные показатели обогащения, потому что он напрямую определяет потери меди в хвостах. Это также влияет на качество конечного концентрата. Это качество повышается по мере увеличения содержания меди в концентрате от более грубой флотации. Минимизация потерь меди в хвостах, особенно в грубые классы могут быть достигнуты путем оптимизации, например, классификации подачи для более грубой флотации в гидроциклонах.

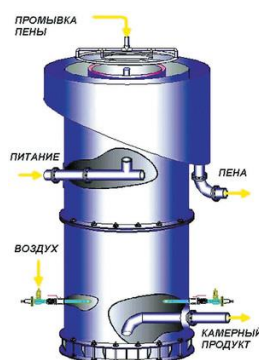


Figure 2 – Automated flotation process

Рисунок 2 – Автоматизированный процесс флотации

Из-за неизбежного ухудшения добываемых руд естественной тенденцией будет снижен индекс обогащения. Поэтому важным элементом является анализ возможных мер по сдерживанию этих негативных тенденций. В последние годы было проведено много работ по модернизации обогатительных фабрик. Например были заменены флотационные машины, внедрили ряд решений в области флотации автоматическое управление (система FloVis), продолжается модернизация систем классификации в гидроциклонах.

Одна из схем автоматизированного процесса флотации, включающая в себя датчики, приборы, сигналы, шкафы автоматизации и другое:

а) подготовка руды к флотации с учетом растворов, имеющих наиболее благоприятные промышленные ссылки. Традиционное трехступенчатое дробление либо в конусных дробилках, либо в мельницах. Использование мельниц полу-самоизмельчения позволило бы значительно сократить количество операций и единичных процессов по сравнению с

многоступенчатой схемой измельчения в конусных дробилках с одновременная возможность получения более мелкого корма для шаровых мельниц;

б) переработка на заводе смешанной руды с относительно постоянной долей песчаников и карбонаты стоит учесть, чтобы сохранить разделение на фракции с более высокой долей песчаники и карбонаты с раздельной их обработкой. Это позволяет регулировать рабочий параметры отдельных систем (помол, флотация, переработка промышленного продукта) до самых разных требования по обогащению отдельных фракций;

с) необходимо увеличить интенсивность флотации в контуре помола. Это важная часть выполнения требования подготовки корма для более грубой флотации (обезвоживание корма) и стабилизации производства конечного концентрата;

д) реализация очистки в двух- и трехступенчатой системе;

е) изменение способа обезвоживания конечного концентрата путем проведения процесса повышения температуры.

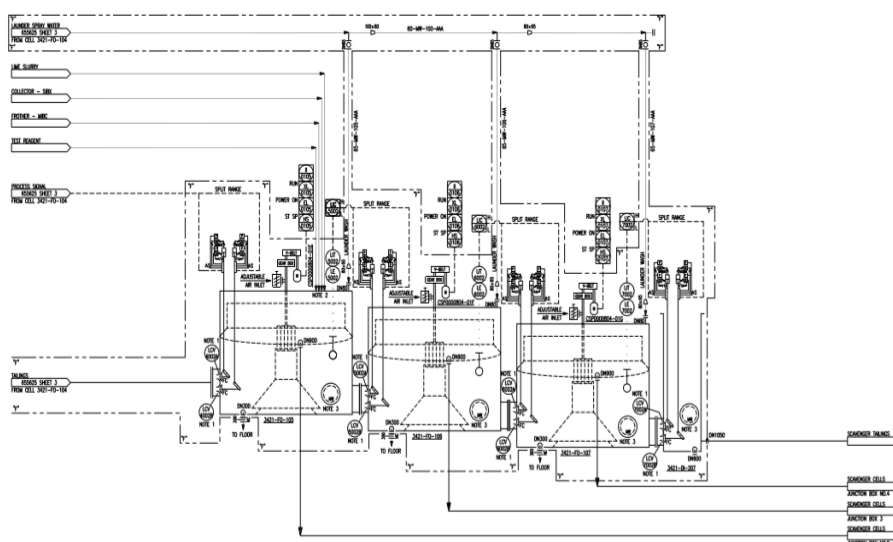


Figure 3 – Proposed sheet for mixed ore processing

Рисунок 3 - Предлагаемая схема переработки смешанной руды



Схема соединений внутри распределительной коробки и шкафа управления представлены на рисунке 3.

Размышляя о технологиях будущего, нельзя забывать о важности развития машиностроительного и технологического оборудования, новые флотационные реагенты, в том числе активаторы, содержащие в своем составе новые функциональные группы для улучшенной адсорбции существующих или новых коллекторы на поверхности из сульфида меди. Обработка является важным элементом горно-металлургического процесса производства меди. Конечные показатели процесса обогащения, т.е. восстановления и качество концентрата, должны быть связаны не только с обогащением руды, но и надо учитывать экономический баланс всей производственной линии, включая определенный уровень фондового рынка цены на медь и серебро.

Технология обогащения казахстанских медных руд разработана с учетом их специфических свойств. В

разные сроки применения достигнуты высокие показатели обогащения. Накопленный опыт прошлого позволяет развивать технологии будущего. Это не означает отказ от новых решений, особенно в области машин и оборудования, управления технологическими процессами и внедрения новых флотационных реагентов.

Важно рассматривать переработку как важный элемент горно-металлургического процесса для производства меди. Metallurgy предъявляет особые требования к производимому концентрату, достижение которые составляют отдельную оптимизирующую задачу. Будущая переработка должна состоять из технологий, которые наверняка использовать более чем пятидесятилетний потенциал знаний в области производства концентратов пирометаллургические и гидрометаллургические процессы, обеспечивающие комплексное извлечение содержащихся в них металлы.

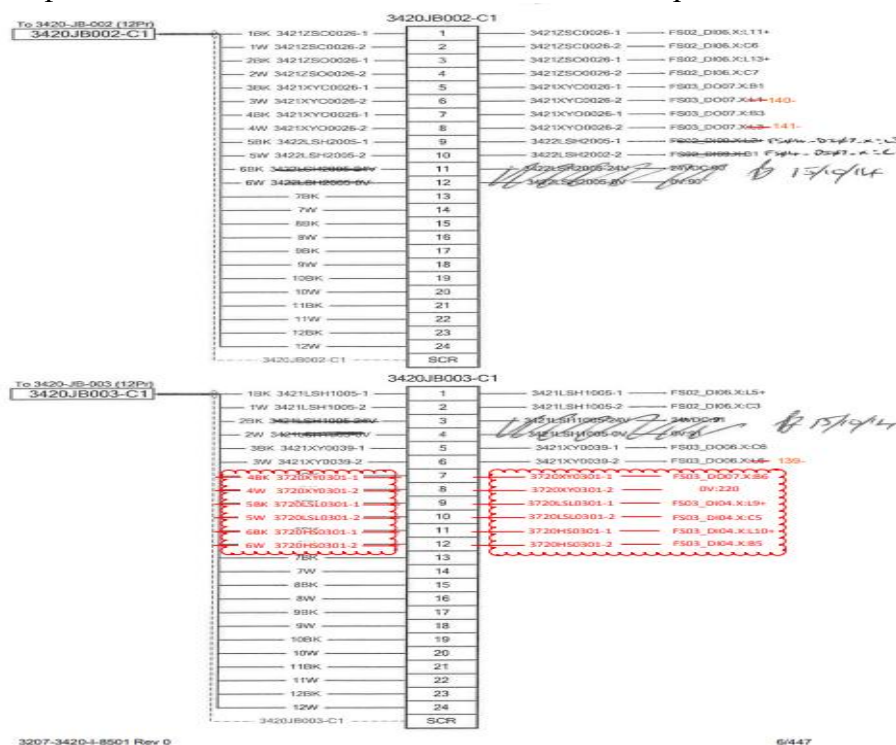


Figure 4 – Wiring diagram of the process cabinet terminals  
Рисунок 4 - Схема подключений клемм шкафа технологического процесса

На данный момент существует много аналогов данной системы на различном оборудовании, но четкий контроль процесса, датчики высокой точности позволяют обработать максимальное количество сырья. Внедрение АСУ ТП позволяет исключить

человеческий фактор и сократить затраты на обслуживающий персонал. Так же имеется возможность расширять систему автоматизации, добавлять приборы, ПЛК и строить распределенную систему управления.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Младенцев Г.Д., Ефименко С.А., Яковец А.Ф. Применение экспрессного опробования руд на Дзержинском комбинате // Цветная металлургия. - 1978. - № 19. - С. 38-40.
- [2] Ломоносов Г.Г., Жигалов М.Л. Основные принципы управления качеством руд на подземных рудниках // Горный журнал. - 1991. - № 2. - С. 21-23
- [3] Классификация методов анализа минерального сырья по точности результатов. Отраслевой стандарт ОСТ-41-08-205-04 (старые редакции: ОСТ-41-08-205-81, ОСТ-41-08-205-99). - М: ВИМС, 2004. – 42 с

#### REFERENCES

- [1] Babies G.D., Efimenko S.A., Yakovets A.F. *Primenenie ekspressnogo oprobovaniya rud na Dzhezkazganskom kombinatе* [In Russian: Application of X-ray radiometric method for express sampling of ores at the Dzhezkazgan plant] // Non-ferrous metallurgy. - 1978. - No. 19. - S. 38-40.
- [2] Lomonosov G.G., Zhigalov M.L. *Osnovnye principy upravleniya kachestvom rud na podzemnyh rudnikah* [In Russian: Basic principles of ore quality management in underground mines]. // Gornyi Zhurnal. - 1991. - No. 2. - S. 21-23
- [3] *Klassifikaciya metodov analiza mineral'nogo syr'ya po tochnosti rezul'tatov* [In Russian: Classification of methods for the analysis of mineral raw materials according to the accuracy of the results]. Industry standard OST-41-08-205-04 (old editions: OST-41-08-205-81, OST-41-08-205-99). - M: VIMS, 2004.- 42s

#### ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ КАЗАХСТАНСКИХ МЕДНЫХ РУД – ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗ ПРОШЛОГО ОПЫТА

**Чигамбаев Темырбай Отарбаевич**, кандидат технических наук, Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева, г. Алматы, Казахстан, t.chigambayev@aes.kz

**Юсупова Салтанат Абеновна**, кандидат технических наук, Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева, г. Алматы, Казахстан, s.yusupova@aes.kz

**Уалиев Аблай Асхатович**, магистр, Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева, г. Алматы, Казахстан, ualievablay@gmail.com

#### ҚАЗАҚСТАН МЫС РУДАСЫН ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ - ӨТКЕН ТӘЖІРИБЕНІҢ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

**Чигамбаев Темырбай Отарбаевич**, техника ғылымдарының кандидаты, Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Казахстан, t.chigambayev@aes.kz

**Юсупова Салтанат Абеновна**, техника ғылымдарының кандидаты, Алматы энергетика және байланыс университеті. Ғ. Дәукеева, Алматы қ., Казахстан, s.yusupova@aes.kz

**Уалиев Аблай Асхатович**, магистр, Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., Қазақстан, ualievablay@gmail.com

**Андатпа.** Мақалада әлемдегі қолданыстағы мыс кен орындарының негізгі түрлері және байыту технологиялары кеңінен таралған.

Кендерді байыту және оларды пайдалану себептері талқыланды.

Сондай-ақ, мақалада қазақстандық мыс кендерін өңдеудің кейбір әдістері сипатталған. Ұсынылып отырған технологияның негізгі элементтеріне мыналар жатады: негізді жағдайларда кенді құрамындағы құмтас және карбонат кендерінің құрамы жоғарырақ фракцияларға бөлу, кенді ірі флотацияға тиімді дайындау бөлігі ретінде ұнтақтау схемасына флотация, классикалық тазарту жүйесі, жаңа типтегі диірмендерде ұнтақтау жүйесімен өнеркәсіптік өнімді өңдеу, қалдықтарды шығарумен жіктеу және флотация.

**Түйінді сөздер:** мыс рудасы, мыс, байыту, флотация, диірмен.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, ISSN 1609-1817, DOI 10.52167/1609-1817, Vol. 118, No.3 (2021) pp.85 -92

## **DEVELOPMENT AND RESEARCH OF UNMANNED AERIAL VEHICLE OF THE «BIRD» TYPE**

**Chigambaev Temyrbai Otarbaevich**, Cand.Sc.(Tech.), Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, t.chigambayev@aues.kz

**Zhexenbayev Yelaman Yerzhanuly**, Master student, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, yelaman.zhexenbayev@gmail.com

**Abstract.** This article discusses the development and research of unmanned aerial vehicle of the «bird» type.

The popularity and applications of unmanned aerial vehicles (UAVs) are expanding: delivery of small-sized purchases, aerial photography, search for missing people, organization of video surveillance in online mode, sports races, entertainment flights, and others.

«Bird» type UAVs are used for various purposes. They are most widely used in the military industry, where they are excellent devices for tracking on the ground. Another advantage of this type of equipment in the military industry is the lack of personnel, which minimizes the value of the human factor and human loss. Shunting is an off-train movement of rolling stock within the station, and in some cases, with departure to the stage

The relevance of the use of UAVs stems from their advantages: low losses, high mobility, minimization of victims. The main applications are military, civil, and scientific. In military and civilian areas, the most popular applications are monitoring and photo / video shooting. A large number of applications - for environmental monitoring and obtaining samples of various objects, including those from inaccessible areas and places of emergency events. Images can be obtained with high detail and are widely used in construction, control of real estate objects, land plots, and engineering and geodetic surveys.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, bird, flight, aerodynamics, transmitter, receiver.