

КӨМІР ҚАБАТТАРЫНАН МЕТАН ӨНДІРУДІҢ ШЕТЕЛДІК ТӘЖІРИБЕСІН ТАЛДАУ

Р.А. Мусин, М. Рабатұлы, Н.Д. Джусупов, А.А. Қайырбек*

”Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті” коммерциялық емес акционерлік қоғамы, Қарағанды, Қазақстан
email: ayazhan.kairbek@bk.ru

Мақалада әртүрлі мемлекеттердің көмір қабаттарынан шығатын метан мөлшері жайында, сонымен қатар, әр елдің метан өндіру тәсілдері туралы қарастырылған. Элемдегі көмір бассейндерінде шамамен 70 ел бар, олардың 40-тан астамында метанды қандай да бір жолмен алу жұмыстары жүріп жатыр. Кейбір елдер көмір қабаттарынан метан өндірудің әртүрлі технологияларын сәтті қолданады. Элемнің 20-ға жуық елі метан өндіру үшін бұрғылауды белсенді қабылдайды және пайдаланады. Көмір метанының ең көп мөлшері Ресей, АҚШ, Қытай, Канада, Австралия, Оңтүстік Африка, Үндістан, Польша, Германия, Ұлыбритания, Қазақстан және Украина аумағында орналасқан кен орындарында шоғырланған. Соның ішінде метанның ең көп зерттелген ресурстары әзірге АҚШ, Канада және Австралия мемлекеттерінде бар.

Элемнің әртүрлі елдерінде метанның геологиялық пайда болу жағдайларын талдай отырып, Қарағанды көмір бассейнінде бұл газды өндірудің экономикалық тиімділігі туралы айта аламыз. Басқа елдердің тәжірибесі көмір қабаттарының пайда болуының ұқсас жағдайында метан өндіруді көрсетеді.

Түйін сөздер: метан, көмір қабаты, газдың орын ауыстыруы, өткізгіштік, газды сүзу, бұрғылау.

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ДОБЫЧИ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Р.А. Мусин, М. Рабатұлы, Н.Д. Джусупов, А.А. Қайырбек*

Некоммерческое акционерное общество ”Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова”, г.Караганда, Казахстан
email: ayazhan.kairbek@bk.ru

В статье рассказывается о количестве метана, поступающего из угольных пластов разных государств, а также о способах производства метана в каждой стране. В угольных бассейнах мира насчитывается около 70 стран, более 40 из которых каким-либо образом добывают метан. Некоторые страны успешно применяют различные технологии добычи метана из угольных пластов. Около 20 стран мира активно принимают и используют бурение для производства метана. Наибольшее количество угольного метана сосредоточено на месторождениях, расположенных на территории России, США, Китая, Канады, Австралии, Южной Африки, Индии, Польши, Германии, Великобритании, Казахстана и Украины. В том числе наиболее изученные ресурсы метана пока находятся в США, Канаде и Австралии.

Анализируя условия геологического образования метана в разных странах мира, можно говорить об экономической эффективности добычи этого газа в Карагандинском угольном бассейне. Опыт других стран свидетельствует о добыче метана в аналогичных условиях образования угольных пластов.

Ключевые слова: метан, угольный пласт, смещение газа, проводимость, фильтрация газа, бурение.

ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE IN COALBED METHANE EXTRACTION

R.A. Musin, M. Rabatuly, N.D. Dzhusupov, A.A. Kaiyrbek*

Non-profit Joint Stock Company ”Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov”, Karaganda, Kazakhstan
email: ayazhan.kairbek@bk.ru

The article describes the amount of methane coming from the coal seams of different states, as well as the methods of methane production in each country. There are about 70 countries in the coal basins of the world, more than 40 of which produce methane in some way. Some countries have successfully applied various technologies for extracting methane from coal seams. About 20 countries of the world actively accept and use drilling for methane production. The largest amount of coal methane is concentrated in deposits located in Russia, the USA, China, Canada, Australia, South Africa, India, Poland, Germany, Great Britain, Kazakhstan and Ukraine. In particular, the most studied methane resources are still in the USA, Canada and Australia.

Analyzing the conditions of geological formation of methane in different countries of the world, we can talk about the economic efficiency of the extraction of this gas in the Karaganda coal basin. The experience of other countries testifies to the extraction of methane in similar conditions of coal formation.

Keywords: methane, coal seam, gas displacement, conductivity, gas filtration, drilling .

Кіріспе. Көмір өнеркәсібі қызметкерлерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету бүгінгі таңда өзекті мәселе болып табылады. Қабаттардың газдылығы олардың пайда болу тереңдігіне қарай артады және тау-кен жұмыстарын жүргізуде тежеуші фактор болып табылады. Метанның кенеттен шығарылуы көптеген адам шығынын, қаржылық шығынды және басқа салдарды тудыруы мүмкін. Тек соңғы жылдары мұндай апаттар Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында 140-тан астам адамның өмірін қиды.

Алайда, осы маңызды мәселені шешу арқылы ілеспе газ алуға болады. Газсыздандырудың қолданыстағы технологияларымен газдандыру көрсеткішін азайту оңай емес. Іс жүзінде нөлдік газ өткізгіштігі және газдың төмен шығуы олардың дамуының қазіргі тереңдігінде қабаттарға ие. Сондықтан метанның шығуын қамтамасыз ету үшін көміртегі бағанына алдын ала әсер ету қажет. Бұл процесс өнеркәсіптің немесе халық шаруашылығының қажеттіліктері үшін пайдалануға болатын ілеспе газды алуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде көмір қабаттарының газдылығын азайту тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде тәуекелдерді азайтуға және еңбек қауіпсіздігін жақсартуға мүмкіндік береді.

Метан өндіру мәселесін зерттей келе, Қарағанды көмір бассейні негізінен көмір газының кен орны болып табылады деген қорытындыға келуге болады. Әртүрлі көздер бойынша метан қорын бағалай отырып, олардың табиғи газ қорымен салыстыруға болатындығын байқауға болады. Тек Қарағанды көмір бассейнінде 1-ден 4 трлн-ға дейін шоғырланған, жергілікті кәсіпорындарда 1800 м-ге дейінгі тереңдіктегі м³ газ, жыл сайын шамамен 500 млн. м³ газ газсыздандыру құралдарымен жер астынан алынады. Бұл ретте осы көлемнің тек 15% - ы отын ретінде пайдаланылады, қалғаны қоршаған ортаға эмиссия көрсеткіштерін толықтырады. Сонымен қатар, метан басқа газдарға қарағанда 20-40 есе тиімді. Ол озон қабатын бұзады және инфрақызыл Күн

радиациясын сіңіреді. Парниктік газдар концентрациясының антропогендік өсуін салыстыра отырып, атмосферада метанның жылдық жинақталуы 1-2% құрайды. Бұл көрсеткіш басқа газдардың жинақталу қарқындылығынан асып түседі. Дегенмен, метан жақсы дәстүрлі емес энергия тасымалдаушы болып табылады. Оны елдің отын-энергетикалық шикізат базасының құрамдас бөлігі ретінде қарастыруға болады. Мысалы, химия өнеркәсібі үшін көмір генезисінің метаны аммиак, метанол, ацетилен, ақуыз массасы және т.б. өндірісінде құнды шикізат болады.

Метанның бөліну көзін анықтау күрделі ғылыми-техникалық міндет болып табылады. Қазіргі заманғы түсініктерге сәйкес, көмір қабаты әртүрлі факторлардың әсерінен өткізгіштігі төмен блок-жарылған орта болып табылады. Бұл жағдайда метанның 80-90% - ы көмір қабатында сорбцияланған күйде болады. Бұл дәстүрлі газдарды өндіру технологиясымен салыстырғанда оны алу процесіне айтарлықтай әсер етеді.

Соңғы 5 жылдағы ТМД елдерінің шахталарындағы апаттарды талдай отырып, адам шығынына ұшыраған кәсіпорындардағы төтенше оқиғалардың шамамен 90%-ы кенеттен метан шығарындылары болды деген қорытынды жасауға болады. Тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде метан-ауа қоспасының жарылу қаупін азайтуға жер бетінен ұңғымалармен метан өндіруді ұйымдастыру мүмкіндік береді. Бұл шах энергетикалық қондырғылары үшін газды пайдалануға мүмкіндік береді, көмір өндірудің рентабельділігін арттырады және көмір өндірудің жаңа көкжиектерін жерасты тәсілімен игеруге әсер ететін жағымсыз факторларды азайтады. Жүргізілген талдау жұмысына сәйкес, Қазақстанда көмір метанының ресурстық әлеуеті 3000-4000 млрд.м³ шегінде бағаланады, жалпы дамыған және дамушы елдерде - 93-285 трлн.м³.

ҚР Тұңғыш Президенті Н.Ә. Назарбаев көмір қабаттарынан метанды барлау және өндіру туралы айтты. 2010 жылдың 26 қаңтарында тіпті көмір кен орындарынан метан өндіруді және кәдеге жаратуды ұйымдастыру туралы №747 тапсырма берілді. 2013 жылғы 28 желтоқсанда ҚР Президенті Әкімшілігі басшысының №4757-1 тапсырмасы ҚР Премьер-Министрінің орынбасарына берілді. Қойылған міндеттерді іске асыру үшін тіпті жол картасы (іс-шаралар жоспары) әзірленді.

Көмір қабаттарынан метан алуға арналған жобаларды әзірлеу кезінде анықтаушы фактор зерттелетін учаскедегі метан ресурстары туралы деректердің дұрыстығы болып табылады. $A+B+C_1$ санатындағы қабаттарда шоғырланған қорлар экстракция үшін қолжетімді болып саналады. Көмір метанының қорларын болжау мен есептеудің белгілі әдістерін зерттей отырып, болжамды деректерде айтарлықтай сәйкессіздіктерді байқауға болады [1].

Метан өндіру технологиясы қауіпсіз ресурс үнемдеу әдісімен дамуы керек, мұнда газды көмір қабаттарын жасау кезінде бұл метан газы энергетикалық отын немесе химиялық шикізат ретінде бөлініп, жиналады. Өндірудің бұл нұсқасы қатты отынның өзіндік құнын арзандатуға әсер етеді, өйткені шығындардың бір бөлігі жиналған метан газын өтеуге мүмкіндік береді. Ғалымдардың есептеулері бойынша 1 млн. м³ метан 1300 тонна көмірді алмастыра алады. Осылайша, көмір кен орнын экономикалық тиімділікке байланысты барынша пайдалануға қол жеткізіледі. Нәтижесінде бір кен орнында ме-

тан мен көмірді бір мезгілде өндіру: кенеттен шығарындылардың пайда болу қаупін азайтуға; кеншілер үшін қауіпсіз еңбек жағдайларын жасауға; газ факторы бойынша тазарту кенжарларына жоғары жүктемені қамтамасыз етуге; атмосфералық ауаға және озон қабатына теріс әсерді азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, метанды пайдалану - экологиялық таза табиғи энергия тасымалдаушы, экономикалық пайда әкеледі.

Көмір шахталарының тереңдеуімен газ шығару мәселесі өткір бола бастайды, көмір қабаттарының табиғи газдылығы артады. Ұқсас тау-кен-геологиялық жағдайларда газ шахталары қызметінің техникалық-экономикалық көрсеткіштері газ емес өндіру өндірістерінің жұмыс көрсеткіштерінен төмен. Газ бен шаң бойынша аса қауіпті шахталардағы тазарту кенжарына жүктеме шамамен 1,5-2 есе төмен. 50-60% деңгейінде тиімділікпен газсыздандыру кезінде ғана саланы қайта құрылымдаудың көптеген бағдарламалары талап ететін тәулігіне 5-7 мың тонна өндіруге қол жеткізуге болады [2].

Материалдар мен әдістер. Дәстүрлі емес көздердің газ кен орындары дәстүрлі кен орындарының қорларынан едәуір асып түседі. Халықаралық энергетикалық агенттіктің 2009 жылы жарияланған мәліметтеріне сәйкес, 921 трлн. м³ дәстүрлі емес көздерден газдың жалпы әлемдік болжамды ресурстарын құрайды. Бұл көрсеткіш дәстүрлі кен орындарындағы газ ресурстарынан 2,2 есе асады [3]. Сонымен қатар, бүкіл әлем бойынша көмір қабаттарының метан көлемі 256 трлн. м³ (1-кесте).

1-кесте - Әлемдік газ ресурстарының құрылымы [4, б. 6]

Газ ресурстарының түрлері	Газ ресурстарының көлемі, трлн. м ³	Газ ресурстары түрлерінің үлесі, %
1. Дәстүрлі газ ресурстары	405	30,54
2. Дәстүрлі емес газ ресурстары	921	69,46
2.1. Тығыз құмтас газы	209	15,76
2.2. Көмір қабаттарының метаны	256	19,31
2.3. Тақтатас газы	456	34,39
Барлық газ ресурстары	1326	100

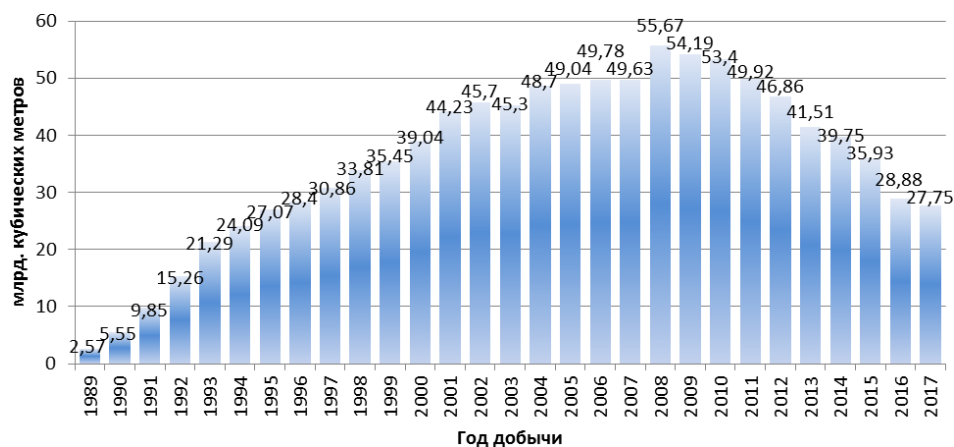
Кейбір елдер көмір қабаттарынан метан өндірудің әртүрлі технологияларын сәтті қолданады. Іс жүзінде бүкіл әлемде газ өндірудің бұл бағыты оларды алдын ала газсыздандыру және ұңғымалар арқылы газ алу тұрғысынан үлкен маңызға ие болды.

Көмір метанының ең көп мөлшері Ресей, АҚШ,

Қытай, Австралия, Оңтүстік Африка, Үндістан, Польша, Германия, Ұлыбритания, Қазақстан және Украина аумағында орналасқан кен орындарында шоғырланған. 2002 жылғы М.В. Голицын мәліметтеріне сәйкес, әлем елдері бойынша көмір метанының әлемдік ресурстарының салыстырмалы кестесін жасауға болады (2-кесте).

2-кесте - Көмір қабаттарындағы метанның әлемдік ресурстары [5]

Елдер	Көмір қабаттарының метаноздылығы, м ³ /т	Метанның барлық ресурстары, млрд. м ³	Метанды алу үшін рентабельді мөлшер, млрд. м ³
ТМД	10-40	30000-58000	2550-2710
Қытай	8-20	16000-25000	7000-7500
АҚШ	7-14	11000-22000	6000-8000
Австралия	7-15	3800-6000	2000-3000
Германия	8-15	1700-3000	700-1000
Польша	8-13	1200-1450	450-600
Ұлыбритания	5-24	900-1600	400-800
Канада	5-14	600-1600	300-500
Франция	8-14	370-650	250-300
Африка	8-10	400-500	150-200
Үндістан	5-8	250-400	100-200
Чехия	17-30	110-130	50
Жапония	10-13	80-110	25



1-сурет-АҚШ көмір кен орындарында метан өндірудің жиынтық көрсеткіштері [8]

Метан ресурстарын бағалаудың бірыңғай және сенімді әдістемесінің болмауы олардың мөлшерін дәл көрсетуге мүмкіндік бермейді. Кен орындарын геологиялық зерттеудің әртүрлі дәрежесі, метан ресурстарын бағалаудың әртүрлі тәсілдері әсер етеді. Сонымен қатар, бұл газды баламалы энергия көзі ретінде тану бүкіл әлем бойынша көмір метанын өндіру жобаларына салынған инвестиция деңгейімен расталады. Сонымен қатар, кейбір елдерде бұл көмірсутектердің жалғыз көзі.

Ұзақ уақыт бойы метан газы көмірдің зиянды және қауіпті серігі болып саналды. Ол көбінесе көмір қабаттарын жер асты әдісімен игеруге кедергі келтірді. Қарағанды бассейніндегі көмір қабаттарының әлемдегі ең жоғары газдылығы - 15-35 м³/т.

Оңтүстік Африкада Уотерберг кен орнының газдылығы 3-5 м³/т. Америка Құрама Штаттарында Сан-Хуан бассейнінің газдылығы 5-12 м³/т, Уоррирор бассейнінің газдылығы 8-12 м³/т құрайды. Бүгінгі таңда көмір қабаттарының метаны ең перспективалы дәстүрлі емес көмірсутек шикізаты көздердің бірі болып саналады. Әлемдегі көмір бассейндерінде шамамен 70 ел бар, олардың 40-тан астамында метанды қандай да бір жолмен алу жұмыстары жүріп жатыр. Әлемнің 20-ға жуық елі метан өндіру үшін бұрғылауды белсенді қабылдады және пайдаланады. Метанның ең көп зерттелген ресурстары әзірге АҚШ, Канада және Австралияда бар. 2010 жылы әлемдегі көмір қабаттарынан метан өндірудің жалпы көлемі 68 млрд.м³-тен асты. АҚШ елдері бөлінісінде 54,0 млрд.м³, Канада – 7,5 млрд. м³; Австралия

– 5,2 млрд. м³; Қытай – 1,4 млрд. м³ өндірді. Жетекші американдық сарапшылардың бағалауы бойынша, көмір қабаттарынан метанды әлемдік өндіру 2040 жылға қарай жылына 157 млрд. м³ жетеді [6, б. 43].

1993 жылғы метанды алу көрсеткіштерін зерттей отырып, оның көп бөлігі екі бассейнде алынғанын байқауға болады. Бұл 17 миллиард м³ - Сан-Хуан және 2,9 миллиард м³ – қара Варриор. АҚШ-та кеніш метанын өнеркәсіптік өндіру 1980 жылдардың басында басталды. 20 жыл ішінде көмір қабаттарынан метан өндіру 6,7 есе өсті. Сонымен қатар, мак-

сималды өсім 90-шы жылдары байқалды [7, 83-тен]. 2000 жылы Америка Құрама Штаттары көмір қабаттарынан 39 миллиард м³ метан өндірді. Бұл АҚШ-тың жалпы газ өндірісінің 7% құрайды (1-сурет).

Табиғи газдылығы жоғары шахталарда тазарту кенжарларының өнімділігі тәулігіне 10 000 тонна көмір, 100 м³/мин. дейін метан өндіруге мүмкіндік беретін газсыздандыру құралдарын қамтамасыз етеді, содан кейін 90% газды кәдеге жаратады. Сонымен қатар, Америка Құрама Штаттарында бес ірі көмір метан бассейні және бірқатар шағын кен орындары бар (2-сурет).



2-сурет-АҚШ-тағы метан-көмір бассейндері

Сан-Хуан бассейні ауданы 19,3 км² Солтүстік Америкадағы ең өнімді болып саналады. Онда 6-дан 12 м-ге дейін қабаттар жатыр. Метан өндіру тереңдігі 0,16-дан 1,2 км-ге дейін өзгереді ұңғымалар арқылы жүзеге асырылады. Метан қоры 2,4 трлн. м³ құрайды. Тағы бір Уинта бассейні ауданы шамамен 37,5 км², Юта штатында орналасқан. Онда өнімді қабаттар 300 м-ден 2,1 км-ге дейін тереңдікте жатыр. Аппалач көмір бассейнінің құрамында материктегі ең оңтүстік болып саналатын Қара ұры бассейні бар. Оның ауданы 65 мың км², көмір қабаттарының тереңдігі 105-тен 760 м-ге дейін. Метанның бағалау қоры 566 млрд. м³ құрайды. Бұл кен орнын игерудегі 30 жылдан астам тәжірибеде 1000-нан астам ұңғымалар бұрғыланды. Құбырдың жалпы ұзындығы 200 км-ден асады [9].

Колорадоның солтүстік-батыс бөлігінде 18,7 км² Пайсьенс бассейні орналасқан. Көмірдің өнімді қабаттары 600 м - 2 км тереңдікте жатыр. Олардың бір бөлігі 1,5 км-ден астам тереңдікте. Вайомингтің солтүстік-шығыс штатында, ауданы 66,8 мың км², ұнтақ өзенінің бассейні орналасқан. Ондағы қабаттардың өнімді бөлігінің пайда болуы 130 м-ден 2 км-ге дейін өзгереді. Мұнда шамамен 849 млрд. м³ құрайды [7, 82-ден].

Қазір Ресейде көмір қабаттарының метаны негізінен ілеспе минерал ретінде өндіріледі. Шахталардағы газсыздандыру жүйелері жыл сайын метан-ауа қоспасындағы оның мөлшері 25%-дан астам болған кезде шамамен 0,5 млрд м³ метан алады. Сонымен қатар, оны өнеркәсіптік өндіру, арнайы ұңғымалардың бетінен бұрғылау арқылы, Ресейдегі жү-

мыс істеп тұрған шахталардың өрістерінен тыс ба-стапқы кезеңде тұр. "Газпром промгаз" ААҚ мәлі-меттері бойынша метанның болжамды ресурстары Ресейдің негізгі көмір бассейндерінде 83,7 трлн. м³ құрайды. Бұл Ресей Федерациясының болжамды та-биғи газ ресурстарының шамамен 1/3 бөлігіне сәйкес келеді. Тақтатас газы мен тығыз құмтас газының ре-сурстары көмір қабаттарындағы метан көлемін жаба алмайды. Сондықтан ресейлік ғалымдар осы бағытта отандық газ өндіруді дамытудың ерекше рөлін аны-қтайды. Сонымен қатар, көмір қабаттарының мета-ны техникалық реттеу және метрология жөніндегі Федералды агенттіктің 22.11.2011 жылғы №570-ст бұйрығымен Бүкілресейлік пайдалы қазбалар мен жер асты суларының жіктеуішіне енгізілді. Бұл кө-мір қабаттарынан бөлінетін метан тәуелсіз пайдалы

қазбалар ретінде танылғанын білдіреді. перспекти-валы көмір бассейндеріне қоры 13,1 трлн. м³ метан және Печора – 1,9 триллион м³ метан кіреді. Он-да қазірдің өзінде ілеспе және өнеркәсіптік өндіріс жүріп жатыр. [4, б. 4].

Нәтижелер мен талқылау. Метанның көмір бағанында болуының күрделі құрылымы мен фор-масына байланысты оның ресурстарын анықтау және бағалау стандартты емес міндет болып саналады. Жерасты көмір өндіру кезінде алынатын шахта ме-танын кәсіпшілік және ілеспе өндіру кезінде баға-лау әдістемелері ерекшеленеді. Сонымен қатар, Тун-гус, Лена және Таймыр бассейндерінің геологиялық зерттелуінің әлсіздігіне байланысты көмір қабатта-рындағы метанның нақты мөлшерін бағалау мүмкін емес (3-кесте).

3-кесте-Ресейдің негізгі бассейндері мен кен орындарының көмір қабаттарындағы метанның болжамды ресурстары [10].

Бассейн, кен орны	Барлығы, млрд. м3	Жұмыс істеп тұрған шахталардың алқаптарында, млрд. м3	Барланатын және перспективалы учаскелерде және іздестіру-бағалау учаскелерінде көлемі, млрд. м3	Бассейндердің жоғарғы қабатында 1 200 м тереңдікке дейін., млрд. м3	Бассейндердің төменгі қабатында 1 200-ден 1 800 м-ге дейінгі тереңдікте., млрд. м3
Кузнецкий	13 085	212	12 873	7 448	5 637
Печеро	1942	26	1 916	1 260	682
Донецк	1178	495	683	-	-
Оның ішінде Шығыс Донбасс	97	2	95	-	-
Буреинский	105	25	80	101	4
Апсат	55	55	-	55	-
Сахалин	47	5	42	45	2
Партизан	23	8	15	15	8
Оңтүстік Якут	920	3	917	847	73
Зырян	99	-	99	98	1
Барлығы	17 454	829	16 625	9 869	6 407
Тунгус*	20 000	-	-	-	-
Ленский *	6 000	-	-	-	-
Таймыр *	5 500	-	-	-	-
Барлығы	48 954	-	-	-	-

* Осы бассейндердің әлсіз геологиялық зертте-луіне байланысты көмір қабаттарындағы метанды бағалау болжамды сипатқа ие.

Кемерово облысында метан өндіру жобасы 2001 жылы жүзеге асырыла бастады. Нәтижесінде бүкіл технологиялық циклге бірқатар нормативтік және әдістемелік құжаттар дайындалып, халықаралық және ресейлік үлгідегі 31 патент алынды. Талды-

қорған кен орнының Шығыс учаскесінде 2005 жылы көмір метанын өндіру технологияларын сынақтан өткізу бойынша ғылыми полигон құрылды. 4 жыл-дан кейін 7 ұңғыма бұрғыланды. 2010 жылдың қаңтар айының соңында бірінші көмір метан өн-діретін кәсіпорын пайдалануға берілді. Жұмыс жо-басы 1650-ден астам ұңғыманы қарастырады, олар жыл сайын 4 миллиард м³ метанмен қамтамасыз

етілуі керек. Ұзақ мерзімді перспективада бұл көрсеткішті жылына 18-21 млрд. м³ дейін жеткізгісі келеді [7, 95-96 бастап]. Іздеу-бағалау жұмыстары нарық-Осташкин учаскесінде де жүргізіледі. Оның қорлары 800 млрд. м³ бағаланады. Онда 23 барлау ұнғымасынан 2016 жылы 11,3 млн. м³ метан өндірілді [11, 74-77].

Қытайда дәстүрлі газдың ресурстары көмір қабаттарындағы метан мөлшерінен едәуір аз. Алайда, көмірдің пайда болуының әртүрлі коллекторлық сипаттамалары мен тау-кен геологиялық жағдайлары заманауи тәсілдерді қолдана отырып, қосымша зерттеуді қажет етеді. Бұл отын-энергетикалық кешенде газ-метанды пайдалану бойынша бір мәнді қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

1980 жылдары Қытайда көмір қабатындағы метан өндірісі басталды. Өнеркәсіп баяу дамыды. Дегенмен, соңғы жылдары субсидиялардың бөлінуі

процесті айтарлықтай жандандырды. Көмір қабатындағы метанды өндіру бойынша технологиялық зерттеулер жүргізу үшін «Көмір қабатындағы газды бақылаудың ұлттық ғылыми-техникалық орталығы» және «Көмір қабатының метанының ұлттық ғылыми-техникалық орталығы» құрылды, өндірістік кәсіпорындар мен ғылыми ұйымдарда арнайы бөлімшелер ұйымдастырды. Нәтижесінде олар көмір қабаттарынан метанды барлау және өндіру саласындағы стандарттар жүйесін әзірледі. 2006-2010 жылдар ішінде көмір қабаттарындағы метанның барланған геологиялық қорының ұлғаюы 198 млрд м³ құрады. 2009 жылдың аяғында барлауға 100-ден астам лицензия және көмір қабатындағы метан өндіруге 7 лицензия берілді. Көмір қабаттарынан метан алу үшін жылына жалпы қуаттылығы 3,1 млрд м³ газды құрайтын 5,5 мың ұнғыма бұрғыланды [7, 86-90 б.].

4-кесте – Қытайдың негізгі көмір және газды аймақтарының сипаттамасы [7, 87 б.].

Көмір газы бар аймақтар	Көмір жасы	Жалпы ресурстар, трлн. м ³		2000 жылдардың басындағы ресурстардың тығыздығы, трлн. м ³ /км ²
		2000 ж. басы	2010 ж. басы	
Ордос	Көміртек-Пермь, Юра	8,85	9,8	-
соның ішінде: солтүстік бөлігі	Көміртек-Пермь, Юра	5,58	-	1,09
Шығыс шет	Көміртек-Пермь	2	-	1,22
З батыс жақ	Жоғарғы және ортаңғы Юра	1,27	-	0,63
Циншуй	Көміртек-Пермь	5,52	4	2,01
Тұрфан-Хамиский	Жоғарғы және ортаңғы Юра	2,63	2,1	1,51
Хайлар	Төменгі Пермь	1,51	1,6	1,7
Жоңғар	Жоғарғы және ортаңғы Юра	1,45	3,8	0,74
Ле	-	-	1,4	-
Ерліан	Жоғарғы және ортаңғы Юра	1,22	2	1,21
Гуанси-Гуйчжоу-Юннанец	Төменгі Пермь	1,04	3,5	0,33

Қытайдың көмір қабаттарындағы геологиялық ресурстардың мөлшері мен метанның дәлелденген қоры туралы деректер әртүрлі. Қытай Халық Республикасының Табиғи ресурстар министрлігінің жарияланған бағалауы бойынша, көмір қабатындағы метанның болжамды геологиялық қоры 2000 метрге дейінгі тереңдікте 36,81 трлн. м³, 1500 м дейінгі тереңдікте – 10,87 трлн. м³. 2000 жылдардың басындағы Қытайдың көмір қабатындағы метан ресурстарын бағалау есебінің деректері елдің орталық аймақтарында шоғырланған Қытайдың көмір қабатындағы метан ресурстарының 63,81% бар екенін көрсетеді. Батыс бөлігінде – 25,4%, Шығыс бөлігінде – 10,79%. Ең перспективалы бассейндер: Ордос, Циншуй, Жоңғар, Ерліан, Тұрпан-Хами, Хайлар. Қытай-

дың көмірі бар тоғыз аймағында көмір қабаттарындағы метанның болжамды қоры 1 триллионнан м³ әрқайсысында (4-кесте) [7, 86-87 б.].

2014 жылғы мәліметтер бойынша бұрғыланған тік және көлденең ұнғымалардың саны қазірдің өзінде 14 мыңнан асты. Қытайдың метан өндірісінің көп бөлігі Цзиньчин бассейніндегі түзілімдерден келеді. Оның газды жергілікті нарықтан тыс тасымалдауға мүмкіндік беретін Батыс-Шығыс газ құбырына жақындығы әсер етеді [12].

Австралиядағы «Көмір қабатындағы метан» терминінің өзіндік ерекшеліктері бар. Олар негізінен Квинслендте орналасқан көмір қабаттарынан газды және Жаңа Оңтүстік Уэльс пен Оңтүстік Австралиядағы көмір қабаттарынан метан шығарады. Бұл га-

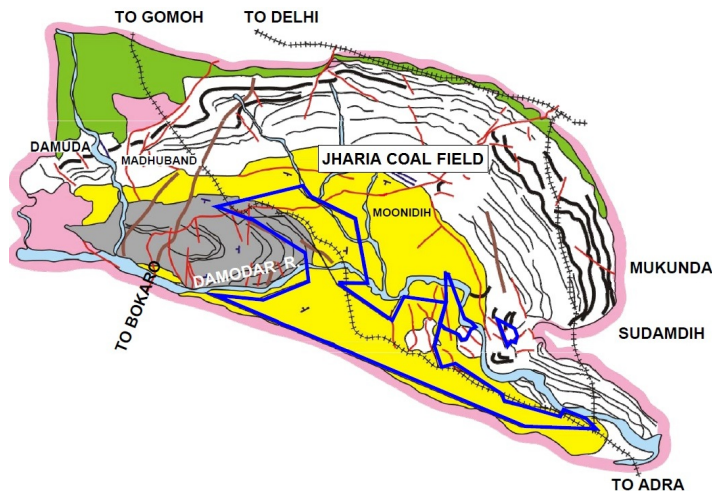
Австралияның ресурстық әлеуеті дәстүрлі емес газ арқылы кеңейіп келеді. Боуэн және Сурат алаптары толығырақ зерттелді. Сидней, Гуннеда, Кларенс-Моретон және Глостер бассейндерінде Жаңа Оңтүстік Уэльсте маңызды метан ресурстары табылды. Дәстүрлі емес газдың әлеуетін арттыру үшін Галилея, Аркаринга, Перт, Педирка бассейндерінде де барлау жұмыстары жүргізілетін болады [7, 83 б.].

Дүние жүзіндегі көмір қабатындағы жалпы метан қорының шамамен 6%-ы Индонезияда орналасқан. 9,47 триллион м³ белгілі. Бұл елдегі табиғи газ қорынан екі есе көп (5-кесте).

Солтүстік Таракан кен орнында метан өндіру бойынша тәжірибелік жобалар жүзеге асырылды. Сонымен қатар, оны коммерциялық өндіру 2009 жылы Шығыс Калимантан провинциясындағы Санга-Санга кен орнында басталды. Бір жылдың ішінде өндірілген газ жергілікті тұтынушыларға сатыла бастады. Метан өндірісі Оңтүстік Суматра провинциясында да анықталды. «Pertamina Hulu Energi» компаниясының мәліметінше, мұнда 200-ге жуық ұңғы-

ма бұрғылау қажет. Бұл саланы дамыту үшін 2007 жылдан бері ел Үкіметі салықтық жеңілдіктер беру және метан өндіруге инвестиция салатын инвесторларды қорғау туралы заңдар қабылдауда. Индонезияда 11 көмір шахтасы бар, олар архипелагтың 4 ірі аралында - Калимантан, Суматра, Ява және Сулавесиде орналасқан. Бұл ретте елдегі көмір қорының үштен екісі Суматра аралында шоғырланған. Тау-кен өндіру негізінен Шығыс Калимантанда жүзеге асырылады, өйткені көмірдің сапасы мұнда жоғарырақ [14].

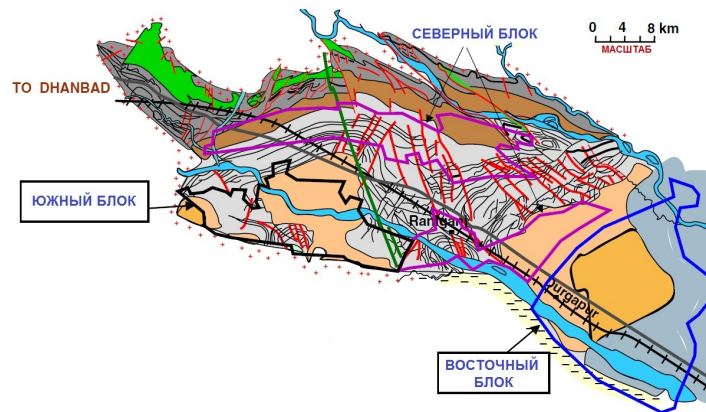
Үндістандағы көмір қабатындағы метан ресурстары шамамен 1,9 трлн. м³. Ал геологиялық зерттеу және бағалау жұмыстарының тек 230 млрд м³ ғана. Ең перспективалы блоктар Дамуд бассейніне жататын Джария, Бокаро және Ранигандж болып саналады. Үндістандағы ең ірі көмір кен орны Калькуттадан 270 км батыста орналасқан және шамамен 450 км² аумақты алып жатқан Джария болып саналады. Онда 18 қабат шоғырланған, оның метан қоры 85 млрд м³ деп бағаланады. 4-суретте Үндістандағы Джария көмір метан кен орны көрсетілген.



4-сурет – Үндістандағы Джария метан-көмір кен орны [15]

Барлау жұмыстары Үндістандағы көмір қабатында метан өндіруге арналған қолданыстағы 33 блоктың 25-ін қамтиды. Үш блок өндірісте, ал осыншама блок бастапқы геологиялық зерттеулерден кейін барлау жұмыстарын тоқтатуға мәжбүр болды. Үндістанда көмір қабатындағы метан дәстүрлі газға қарағанда қымбатырақ. Сондай-ақ, нақты заңнамалық база және мемлекеттік ынталандыру шаралары жоқ [7, 92-93 б.].

5-суретте көрсетілген Ранигандж кен орны Батыс Бенгалия штатында, Калькутадан солтүстік-батысқа қарай шамамен 200 км жерде орналасқан және ауданы 1600 км² шамасында. Өндіріс көлемі бойынша екінші орында саналады. Оның шығыс бөлігі 500 мың км², солтүстік бөлігі 350 мың км², оңтүстік бөлігі 210 мың км² аумақты алып жатыр. Мұнда көмір қабаттарынан метанды коммерциялық өндіру 2007 жылы басталды.



5-сурет – Үндістандағы Ранигандж метан-көмір кен орны [15]

Көмірсутек шикізатының дәстүрлі емес көздерін игеруге қызығушылықтың артуы қазірдің өзінде бүкіл әлемде байқалды. British Petroleum болжамы қазіргі әлемдік газ тұтыну кезінде ол шамамен 60 жылға созылады деп отыр. Деректер барланған кен орындарының көрсеткіштеріне негізделген. Мысалы, барланған мұнай көлемі 46 жылға, ашылмаған жерлерге тағы бірнеше ондаған жылдарға жететін болуы керек. Метан газын көмір қабатында 98%-ға дейінгі тазалығымен баламалы энергия көзі ретінде қарастыруға болады. Іс жүзінде ешқандай алдын ала өңдеу қажет емес, бұл оны тікелей өндіру орнында энергия көзі ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Қазақстанның метан-көмір кен орындарын өндіру және барлау бойынша айтарлықтай әлеуеті бар. 1500 метр тереңдікке дейін Қарағанды көмір бассейніндегі метан қоры 490,47 млрд м³ құрайды. Бұл метан газын дәстүрлі табиғи газға жақсы балама ретінде қарастыруға мүмкіндік береді, себебі оның Қарағанды бассейніндегі мөлшері 80-98% аралығында ауытқиды. Бұл ретте Екібастұз көмір бассейні метан қоры бойынша аз зерттелген, қалған кен орындары туралы ақпарат мүлде жоқ, бұл олардың нашар зерттелгенін көрсетеді. Қазақстанда үлкен аумақтарды алып жатқан және газ тығыздығы жоғары көмірлер шоғырланған кен орындары бар. Сондықтан метанның қолда бар көлемдерін нақтылау үшін бірқатар зерттеу жұмыстарын жүргізген жөн. Оны көмір қабатынан алу дәстүрлі газды өндіруге қарағанда қымбатырақ процесс болып саналады. Бұл көмір қабатында гидравликалық жару арқылы метанның қозғалуы үшін арналарды құру қажеттілігіне байланысты. Мысалы, құмтастың құрамындағы газ қабат қысымына байланысты жер бетіне өздігінен шығады.

Әлемнің әртүрлі елдерінде метанның геологиялық пайда болу жағдайларын талдай отырып, Қарағанды көмір бассейнінде бұл газды өндірудің экономикалық тиімділігі туралы қорытынды жасауға болады. Басқа елдердің тәжірибесі көмір қабатының пайда болуының ұқсас жағдайында метан өндіруді көрсетеді.

Учаскелердің болашағын келесі геологиялық және технологиялық факторлармен анықтауға болады:

- газ сыйымдылығы 8-10 м³/т артық болуы және қабат тереңдеген сайын артуы керек.
- қапаттардың жалпы қалыңдығы - 8-10 м және одан да көп;
- көмірлердің петрографиялық құрамы – витринит;
- бағалау тереңдігі метан өндіру әдістерімен және технологияларымен шектеледі. Қазіргі уақытта ол 300 - 1800 м. Бұл арада ең қолайлысы 500 - 1200 м;
- ресурстардың ауқымы газ өндіру кен орнын пайдалану мерзімін анықтауға әсер етеді. Көлемі 50-75 миллиардтан асатын депозиттерді перспективалы деп санауға болады. кен орнында немесе учаскеде м³.
- ресурс тығыздығы қапаттар топтарының өнімділігін бағалайды. 150-200 млн м³/км² жоғары концентрациялар қолайлы болып саналады;
- көмірдің күлділігі 25-30% дейін;
- метаморфизм дәрежесі – Г, Ж, К, ОС, Т тобындағы көмірлер.
- сынғыштық және сыну. Метаморфизмнің орта сатысындағы көмірлер.

- пайда болу тектоникалық жоспарында ең жақсы нұсқа қатпарлы бұрыштары 30-40 градус шегінде тегіс қабаттар болады.

Қарағанды облысында жұмыс істейтін шахталардың кен орындарын арзан газдың көзі деп санауға болады, бұл метанды алдын ала алған жағдайда қабаттардың газдылығын төмендетуге және тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.

Газды қалпына келтіруді интенсификациялау технологияларын қолданғаннан кейін ұңғымалардың дебиті 5-10 мың м³/тәуліктен жоғары болуы керек, бұл көрсеткіш игерудің белсенді фазасында 20-40 мың м³/тәулікке дейін артады.

Метанды өнеркәсіптік өндіру, тиісті көрсеткіштері бар аудандарда көмірдің бетінен газды десорбциялауға негізделуі керек. Қысымның күрт босатылуы күшейту әдістерінен кейін пайда болған жарықтар жүйесі арқылы ұңғымаға метанның түсуіне ықпал етеді.

Бұл процесті мемлекеттік қолдау мен субсидиялау өнеркәсіптік ауқымда метан өндірісін дамытуға маңызды әсер етеді, бұл көмір қабатындағы метанды табысты өндіретін елдердің тәжірибесінен көрінеді.

Қолданыстағы инфрақұрылым бірқатар елдерде метан өндіруге шектеуші әсер етеді – газ құбырлары мен экспорттық терминалдардың төмен өткізу қабілеті, технологиялық күрделі және қымбат бұрғылау жұмыстары, білікті кадрлардың жетіспеушілігі.

Әдебиеттер

1. Забурдяев В.С. Метан угольных месторождений: ресурсы, объемы выделения, извлечения и использования // Горный вестник. – 1994. – №1. - С. 34 – 39.
2. Пучков Л.А., Слестунов С.В., Федунец Б.И. Перспективы добычи метана в Печорском угольном бассейне. - М.:Издательство Московского государственного горного университета.- 2004. - 557 с.
3. International Energy Agency, World Energy Outlook, 2009.
4. Пармузин П.Н. Зарубежный и отечественный опыт освоения ресурсов метана угольных пластов: монография. Ухта: УГТУ.- 2017.-109 с. ISBN 978-5-88179.
5. Голицин М.В. и др. Газоугольные бассейны России и мира // М., 2002.- 250 с.
6. Турабаева Ж. Метановая перспектива Казахстана // Журнал «Горно-металлургическая промышленность».- Алматы.- 2019.- №2, стр.42-46.
7. Мастепанов А.М., Степанов А.Д., Горевалов С.В., Белогорьев А.М.; Нетрадиционный газ как фактор регионализации газовых рынков под общ. ред. д.э.н.. Мастепанова А.М и к.г.н., доц. Громова А.И. // М.:ИЦ «Энергия», 2013.- 126 стр.
8. EIA. U.S. Energy Information Administration. Coalbed Methane Production // https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_prod_coalbed_s1_a.htm.
9. Drizhd N.A., Kamarov R.K., Akhmaturov D.R., Zamaliyev N.M., Shmidt-Fedotova I.M. Coal bed methane Karaganda basin in the gas balance Republic of Kazakhstan: status and prospects // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, №1, Dnepropetrovsk: 2017. – pp. 12–20.
10. Мастепанов А.М., Ковтун В.В. Метан угольных пластов в газовом балансе КНР: состояние и перспективы // Газовая промышленность (спец. вып.), Изд.: ООО «Камелот Пабблишинг», Москва, 2012. – № 672. – С. 80-90.
11. Золотых С.С., Арнаутов В.С., Суринов Е.В. Из недр кузбасских кладовых – горючий газ метан // Газпром Добыча Кузнецк. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2015. – 247 с.
12. Qin Yong, Ye Jianping. A Review on Development of CBM Industry in China. Search and Discovery Article #80454 // Adapted from oral presentation given at AAPG Asia Pacific Region, Geoscience Technology Workshop, Opportunities and Advancements in Coal Bed Methane in the Asia Pacific, Brisbane, Queensland, Australia, February 12-13, 2015.
13. Jaireth, S., Huleatt, M.B. 2012. Australian In Situ Coal Resources, 2012. Geoscience Australia, Canberra. // <http://pid.geoscience.gov.au/dataset/ga/74097>
14. Федотов Е. Индонезия: зачатки новой отрасли // Журнал «Уголь Кузбасса»: специальный выпуск. - 2014.

- № 1. - С. 1-70

15. Coal Washing & power generation from washery rejects. Coal bed methane 2nd Indo-US Coal Working Group meeting Washington November, 2005.

References

1. Zaburdjaev V.S. Metan ugol'nyh mestorozhdenij: resursy, obshchyye vydeleniya, izvlecheniya i ispol'zovaniya // Gornyy vestnik. – 1994. – №1. – S. 34 – 39. [in Russian].
2. Puchkov L.A., Slastunov S.V., Fedunec B.I. Perspektivy dobychi metana v Pechorskom ugol'nom bassejne.- M.: Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta.- 2004. - 557 s. [in Russian].
3. International Energy Agency, World Energy Outlook, 2009. [in Eng].
4. Parmuzin P.N. Zarubezhnyy i otechestvennyy opyt osvoeniya resursov metana ugol'nyh plastov: monografiya. Uhta: UGTU.- 2017.-109 s. ISBN 978-5-88179. [in Russian].
5. Golitsin M.V. i dr. Gazougol'nye bassejny Rossii i mira // M., 2002.- 250 s. [in Russian].
6. Turabaeva Zh. Metanovaya perspektiva Kazakhstana // Zhurnal «Gorno-metallurgicheskaya promyshlennost'».- Almaty.- 2019.- №2.- str.42-46. [in Russian].
7. Mastepanov A.M., Stepanov A.D., Gorevalov S.V., Belogor'ev A.M.; Netraditsionnyy gaz kak faktor regionalizatsii gazovykh rynkov pod obshh. red. d.je.n.. Mastepanova A.M i k.g.n., doc. Gromova A.I. // M.: IC «Jenergiya», 2013.- 126 str. [in Russian].
8. EIA. U.S. Energy Information Administration. Coalbed Methane Production // https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_prod_coalbed_s1_a.htm. [in Eng].
9. Drizhd N.A., Kamarov R.K., Akhmaturov D.R., Zamaliyev N.M., Shmidt-Fedotova I.M. Coal bed methane Karaganda basin in the gas balance Republic of Kazakhstan: status and prospects // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, №1, Dnepropetrovsk: 2017. – pp. 12–20. [in Eng].
10. Mastepanov A.M., Kovtun V.V. Metan ugol'nyh plastov v gazovom balanse KNR: sostojanie i perspektivy // Gazovaya promyshlennost' (spec. vyp.), Izd.: OOO «Kamelot Publishing», Moskva, 2012. – № 672. – S. 80-90. [in Russian].
11. Zolotykh S.S., Arnautov V.S., Surin E.V. Iz neдр kuzbasskih kladovykh – gorjuchiy gaz metan // Gazprom Dobycha Kuzneck. – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2015. – 247 s. [in Russian].
12. Qin Yong, Ye Jianping. A Review on Development of CBM Industry in China. Search and Discovery Article #80454 // Adapted from oral presentation given at AAPG Asia Pacific Region, Geoscience Technology Workshop, Opportunities and Advancements in Coal Bed Methane in the Asia Pacific, Brisbane, Queensland, Australia.- 2015. February 12-13.- [in Eng].
13. Jaireth, S., Huleatt, M.B. 2012. Australian In Situ Coal Resources, 2012. Geoscience Australia, Canberra. // <http://pid.geoscience.gov.au/dataset/ga/74097>. [in Eng].
14. Fedotov E. Indoneziya: zachatki novoj otrasli // Zhurnal «Ugol' Kuzbassa»: special'nyy vypusk. - 2014. - № 1. - S.1-70[in Russian].
15. Coal washing and electricity generation from laundry detergents. Coal seam methane meeting of the 2nd Indo-U.S. coal Working Group Washington, November, 2005. [in Eng].

Авторлар туралы мәліметтер

Мусин Р.А. - т.ғ.к., Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің доценті, Қарағанды қ., Қазақстан, e-mail: r.a.mussin@mail.ru;

Рабағұлы М. - т.ғ.к., Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің доценті, Қарағанды қ., Қазақстан, e-mail: mukhammedrakhym@mail.ru;

Джусупов Н.Д. - Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің докторанты, Қарағанды қ., Қазақстан, e-mail: nurbol.jussupov@mail.ru;

Қайырбек А.А.- Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің магистранты, Қарағанды қ., Қазақстан, e-mail: ayub@mail.ru;

ды қ., Қазақстан, e-mail: ayazhan.kairbek@bk.ru.

Information about authors

Musin R.A.- Ph.D., Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: r.a.mussin@mail.ru;

Rabatuly M.- Ph.D., Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: mukhammedrakhym@mail.ru;

Dzhusupov N.D.- Doctoral student of Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: nurbol.jussupov@mail.ru;

Kaiyrbek. A.A.- Graduate student of Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: ayazhan.kairbek@bk.ru