

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ ВА ИСЛОМ КАРИМОВ
НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

МАХМУДОВ ДИЛМУРОД РАХМАТЖОНОВИЧ

**СИҚИЛГАН МУҲИТ ЎЛЧАМЛАРИНИ БОШҚАРИШ ЙЎЛИ БИЛАН
ПОРТЛАТИШДА ТОҒ ЖИНСЛАРИ МАССИВИНИ МАЙДАЛАШ
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

04.00.10 – Геотехнология (очик, ер ости ва қурилиш)

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2018

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Махмудов Дилмурод Рахматжонович

Сиқилган муҳит ўлчамларини бошқариш йўли билан портлатишда тоғ
жинслари массивини майдалаш самарадорлигини ошириш.....3

Махмудов Дилмурод Рахматжонович

Повышение эффективности дробления массива горных пород взрывом
путём управления параметрами зажатой среды.....17

Makhmudov Dilmurod Rakhmatjonovich

Improving the efficiency of rock mass crushing explosion by controlling the
parameters of the clamped medium.....31

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....34

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ ВА ИСЛОМ КАРИМОВ
НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.06.01
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

МАХМУДОВ ДИЛМУРОД РАХМАТЖОНОВИЧ

**СИҚИЛГАН МУҲИТ ЎЛЧАМЛАРИНИ БОШҚАРИШ ЙЎЛИ БИЛАН
ПОРТЛАТИШДА ТОҒ ЖИНСЛАРИ МАССИВИНИ МАЙДАЛАШ
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

04.00.10 – Геотехнология (очик, ер ости ва қурилиш)

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2018

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.2.PhD/Т188 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Тошкент давлат техника университетида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.ndki.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Умаров Фарходбек Яркулович техника фанлари доктори
Расмий оппонентлар:	Боровков Юрий Александрович техника фанлари доктори, профессор Мислибаев Илхом Туйчибаевич техника фанлари доктори, доцент
Етакчи ташкилот:	«Ўзбеккўмир» АЖ

Диссертация ҳимояси Навоий давлат кончилик институти ва Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.Т.06.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «___» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Жанубий кўчаси, 27-уй. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz.

Диссертация билан Навоий давлат кончилик институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Жанубий кўчаси, 27-уй.Тел.: 0 (436) 223-56-90; факс: 0 (436) 223-00-55.

Диссертация автореферати 2018 йил «___» _____ куни тарқатилди.
(2018 йил «___» _____ даги ___ рақамли реестр баённомаси)

Қ.С.Санакулов
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси, т.ф.д, профессор

Ш.Ш.Заиров
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

Ю.Д.Норов
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзаблиги ва зарурати. Жаҳонда конлардаги тоғ жинсларини тайёрлашда уларни портлаш энергияси билан майдалаш юқори самарали усулгича қолмоқда. Мазкур усул келажакдаги 20-25 йил давомида ҳам истиқболли бўлиб қолаверади. Бурғулаш ва портлатиш ишлари (БПИ) фойдали қазилмаларни қазиб олишдаги меҳнат ҳажмининг ўртача 10-20% ни ташкил этади. Ҳозирги вақтда бурғулаш ва портлатиш ишларининг очиқ конларда меҳнат унумдорлигини 1,5-2,0 марта оширишга имкон берадиган янги ишлаб чиқариш талаблари қўйилмоқда. Шунга боғлиқ ҳолда тоғ жинсларини майдалаш сифатини ошириш ва портлаш ишлари ўлчамларини бошқариш муҳим илмий-техник вазифадир.

Бугунги кунда жаҳонда тоғ жинсларини бир текисда майдалаш самарадорлигини ошириш учун портлаш энергиясини бошқариш бўйича муаммолар ҳал қилинмоқда. Бошқариладиган ўлчамлар орқали массивни портлатиш усулларида кон жинсини портлаш босими ва физик-техник асослаш орқали мустаҳкамлик, таранглик ва эзилиш хоссаларини камайтириш бўйича илмий изланишлар олиб бориш зарурати туғилмоқда. Сиқилган муҳитда портлашни бошқариш мазкур муаммонинг ечимларидан бири бўлиб, бунда хавфсизлик ортади, портлаш вақтида массивни ёнга сурилиш камайиши ҳисобига геологик структураси сақланиб қолинади, қазиб-юклаш ускуналарининг иш унумдорлиги ортади, поғонада тайёрлаш-тиклаш ишларининг ҳажми камаяди, жинсларнинг майдаланиш даражаси яхшиланади, массивга портлаш таъсирининг давомийлиги ортади.

Республикада бурғулаш ва портлатиш ишларининг ривожланишига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жумладан конларда портлатиш технологияларидан фойдаланиш самарадорлигини оширишга, портлатишнинг оқилона параметрларини ва усулларини ишлаб чиқишга эришилмоқда. Шу билан бирга, сиқилган муҳит ўлчамларини бошқариш йўли билан портлатишда тоғ жинслари массивини майдалаш самарадорлигини оширишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб бориш зарур масалалардан бири ҳисобланади. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида¹ илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш, илмий ва инновация ютуқларини амалиётга жорий этишнинг самарали механизмларидан тайёрлашга қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган ва бу борада портлатиш орқали тоғ жинслари массивини майдалаш самарадорлигини ошириш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707 сон «2015-2019 йилларда ишлаб чиқаришни таркибий ўзгартириш, модернизация ва диверсификация қилишни таъминлаш бўйича чора-

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

тадбирлар дастури тўғрисида»ги ва 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармонлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом ашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Тоғ жинсларини портлатиб майдалаш тўғрисидаги фаннинг ривожланиши, конларда портлатиб майдалаш технологияларини такомиллаштириш, сиқилган муҳитда портлашни бажариш ва ундан фойдаланишга Баранов Е.Г., Барон Л.И., Баум Ф.А., Власов О.Е., Демидюк Г.П., Друкованый М.Ф., Ефремов Э.И., Жариков И.Ф., Заиров Ш.Ш., Кусов Н.Ф., Кутузов Б.Н., Кучерявый Ф.И., Комир В.И., Марченко Л.Н., Мельников Н.В., Мосинец В.Н., Насиров У.Ф., Норов Ю.Д., Покровский Г.И., Ржевский В.В., Рубцов С.К., Ракишев Б.Р., Родионов В.Н., Суханов А.Ф., Тарасенко В.П., Ткачук К.Н., Трубецкой К.Н., Ханукаев А.Н., Черниговский А.А., Шеметов П.А., Шемякин Е.И., Atchison T.C., Ahmed R., Bernard T., Brawner C.O., Donzé F.V., Duvall W.I., Maerz N.H., Munjiza A., Pears O.E., Peter B., Potyondy D.O., Rolf S. Paine, Rossmanith H.P., Rustan A., Selberg H.L. каби ва бошқа олимлар ўзларининг улкан ҳиссаларини кўшганлар.

Ҳозирги вақтгача сиқилган муҳитдан фойдаланган ҳолда портлатишнинг уч кўриниши маълум бўлиб, булар очик сиртларнинг сони ва уларнинг жойлашуви, тиргак деворларнинг хусусияти ва алоҳида зарядларни портлатиш изчиллиги билан, яъни: юкланмаган тоғ жинсига портлатиш, кон массасидан тиргак қолдириб, зарядлар гуруҳининг биринчи қаторидан ва тиргак деворга портлатиш билан фарқланади.

Шу билан биргаликда, сиқилган муҳитнинг турли шаклларида таянч деворларнинг рационал ўлчамларини аниқлаш борасида тадқиқотлар, кўп мартали портлаш босими орқали тоғ жинсларининг мустаҳкамлик, таранглик ва эзилувчанлик хоссаларини ҳамда турли шаклдаги сиқилган муҳит усулини ва рационал ўлчамларини тадқиқ қилиш йўқлигидан келиб чиқувчи ҳал қилинмаган муаммолар мавжуд.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университети ва Навоий кон-металлургия комбинати Марказий илмий-тадқиқот лабораторияси илмий-тадқиқот режасининг «Скважина зарядларидаги портловчи модда (ПМ)ларнинг ялпи портлатиб тоғ жинсларини майдалаш усулларини ишлаб чиқиш ва илмий асослари, ҳамда чуқур карьерлар бузилиш зонасида бурғилаш портлатиш ишларини самарали ўлчамларини аниқлаш» (2017-2018

йй.) ва «Карьерларда қазилган муҳитнинг бошқариладиган шакллари ва ўлчамлари орқали тоғ жинсларини майдалаш усулини ишлаб чиқиш» (2017-2018 йй.) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади сиқилган муҳитнинг бошқариладиган шакллари ва ўлчамлари орқали тоғ жинсларини майдалаш усулини ишлаб чиқиш йўли билан портловчи моддалар скважина зарядларининг портлаш энергиясини бошқаришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

чуқур карьерларда ПМ скважина зарядлари портлаш энергиясини бошқариш муаммосининг замонавий ҳолатини шарҳлаш;

тоғ жинсларининг майдаланиш самарадорлигини назарий тадқиқотлари ва сиқилган муҳитнинг турли шаклларида тиргак деворнинг ўлчамларини аниқлаш бўйича таҳлилий тадқиқот қилиш;

полигон шароитларида кўп мартали портлатиш босими орқали тоғ жинсларининг мустаҳкамлик, таранглик ва эзилувчанлик хоссаларини тадқиқ қилиш;

сиқилган муҳитнинг бошқариладиган шакллари ва ўлчамлари билан тоғ жинсларини майдалаш усулини ишлаб чиқиш ва саноат синовини ўтказиш;

портлаш билан тоғ жинсларини майдалашда сиқилган муҳитни рационал ўлчамларини ишлаб чиқиш ва саноат синовини ўтказиш;

тоғ жинсларини портлатиб майдалашда ишлаб чиқилган усул ва сиқилган муҳит рационал ўлчамларини техник-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида чуқур карьерлардаги тоғ жинслари массиви ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети турли шакллардаги тиргак деворлар.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда тажриба, полигон ва саноат шароитларида назарий умумлаштиришни ва тажриба тадқиқотларини, компьютер техникасидан фойдаланиб математик дастурлаш орқали Borland Delphi 7.0 тилида сиқилган муҳитни самарали ўлчамларини ишлаб чиқиш, шунингдек тадқиқот натижаларининг математик статистика ва корреляцион таҳлил услубларини ўз ичига олган тадқиқотларнинг комплекс услубларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

математик модел ишлаб чиқилган ва эзилиш зонаси радиуси, радиал ёриқликлар ва ёриқ ҳосил бўлиши ПМ заряди радиусига, тўлқинли кучланишларини бўйлама ва энига тарқалиш тезлигига ва тоғ жинсининг зичлиги ва чегаравий мустаҳкамлигига боғлиқлиги аниқланган;

сиқилган муҳитнинг трапецияли, учбурчакли ва сегментли шаклларида тиргак деворнинг рационал ўлчамларини ҳисоблаш формуласи ишлаб чиқилган;

кўп мартали портлаш босими орқали тоғ жинсларининг мустаҳкамлик, таранглик ва эзилувчанлик хусусиятлари пасайиши комплекс услубияти ишлаб чиқилган ва тоғ жинсларининг майдаланиш мезонлари аниқланган;

портлатилган тоғ жинси ўртача булакларининг ўзгаришини бузмайдиган портлаш босимининг даврийлиги сони ва уларнинг амплитудаси, шунингдек ПМнинг солиштирма сарфига боғлиқлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

кон массивини трапеция кўринишидаги сиқилган муҳитга портлатиш усули ишлаб чиқилган, хавфсизлик ва қазил-юклар ускуналарини унумдорлиги ортган, тоғ жинсининг майдаланиш даражаси ортган, геологик структурасини сақлаб қолиш таъминланган ва портлатилган тоғ жинси ёйилмасини ўлчамларини бошқариш таъминланган;

трапеция шаклидаги сиқилган муҳитнинг рационал ўлчамлари ишлаб чиқилган, бунга кўра тоғ жинслари бўлагининг ўртача ўлчами 29% га камайган, ноўлчам бўлақлар миқдори 22% га камайган, экскаваторлар унумдорлиги 5% га ортган ва ноўлчам бўлақларни майдалашга сарфланадиган харажатлар 22% га камайган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги полигон ва саноат тажрибаларнинг катта ҳажми билан исботланди, яъни сиқилган муҳит ўлчамларини бошқариш йўли билан тоғ жинслари массивини майдалаш самарадорлигини ошириш тўғрисидаги ишларни асосий ғоясига қониқарли мос келиши, шунингдек карьердаги оммавий портлатишларнинг ижобий натижалари билан тасдиқланди.

Тадқиқотлар натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти кон массивини майдалашда сиқилган муҳитнинг бошқариладиган шакллари ва ўлчамлари орқали скважинали заряд портловчи моддаларининг портлаш энергиясини бошқаришни илмий асослаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сиқилган муҳит шакли ва ўлчамларини бошқариш йўли билан тоғ жинсини талаб этилган даражада майдалаш усулини ишлаб чиқиб, массивни геологик структурасини сақлаб қолиш, қазил-юклар ускуналарининг унумдорлигини ошириш ва поғонада тайёрлаш-тиклаш ишлар ҳажмини камайтириш билан ифодаланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Сиқилган муҳит ўлчамларини бошқариш йўли билан портлатишда тоғ жинслари массивини майдалаш самарадорлигини ошириш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида:

кон массивини трапеция кўринишидаги сиқилган муҳитга портлатиш усули Навоий кон-металлургия комбинати Марказий кон бошқармаси Мурунгов карьерда ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг очик усулда қазиб олиш объектларида жорий қилинган (Навоий кон-металлургия комбинатининг 2018 йил 10 апрелдаги 10.02-01-03/4975-сон ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2018 йил 18 апрелдаги ОУ-04168-сон маълумотномалари). Натижада хавфсизлик ва тоғ жинсларининг майдаланиш даражасини ошириш, тоғ жинси массивини геологик структурасини сақлаш ва чуқур карьерларда тоғ жинси массиви ёйилмасини ўлчамларини бошқариш имконини берган;

ишлаб чиқилган трапеция шаклидаги тиргак деворнинг рационал ўлчамлари Навоий кон-металлургия комбинати Марказий кон бошқармаси Мурунгов карьериди ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг очиқ усулда қазиб олиш объектларида жорий қилинган (Навоий кон-металлургия комбинатининг 2018 йил 10 апрелдаги 10.02-01-03/4975-сон ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2018 йил 18 апрелдаги ОУ-04168-сон маълумотномалари). Натижада тоғ жинслари бўлагининг ўртача ўлчамини 29% га, ноўлчам бўлақлар миқдорини 22% га ва ноўлчам бўлақларни майдалашга сарфланадиган харажатларни 22% га камайтириш ҳамда экскаваторлар унумдорлигини 5% га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 2 та республика ва 2 та халқаро илмий-амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 11 та мақола, жумладан 9 та республика ва 3 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиш ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 112 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланади, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланади, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга қўлланиш бўйича тавсиялар, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши келтирилган.

«Карьерларда портлатувчи моддалар скважина зарядларининг портлаш энергиясини бошқариш муаммосининг замонавий ҳолати таҳлили» деб номланган биринчи бобда, конлардаги ПМ скважина зарядларини портлатиш йўли билан тоғ жинсларини майдалашни бошқариш усуллариининг тадқиқотлари, майдаланиш жараёни ва ПМ скважина зарядларини портлатиш йўли билан майдаланган тоғ жинсларининг мустаҳкамлигини камайтириш ва карьерларда оммавий портлатиш билан ёйилманиннг шаклланиш қонуниятлари ўрганилган.

ПМ скважина зарядларини портлатишнинг классик схемаси бўйича портлашнинг газ маҳсулотлари таъсирида, ҳамда сиқилиш ва чўзилиш тўлқини таъсирида сиқувчи, эзувчи босимлар юз бериши натижасида бошқариладиган майдаланиш зоналари ҳосил бўлиб эзиш зонаси ва ёриқлар

ҳосил бўлиш зонасини ташкил этиши аниқланган. ПМ скважина зарядлари оммавий портлашдан тоғ жинсларининг майдаланиши юз бериб, унинг бўлаклари муайян тезликка эга бўлади. Қисқа секинлаштирилган портлашлар ва турли кўзғатиш схемаларида тоғ жинси бўлакларининг учиш пайтида бири бири билан урилиши натижасида майдаланиши янада яхшироқ бўлади, яъни тоғ жинсини кўп мартали босимга чегараси уни бир мартали босимга мустаҳкамлигидан кам бўлади.

Массивнинг жадал майдаланиш зонаси ортидаги кон массивининг жадал майдаланишини комплекс масалалари кўриб чиқилган бўлиб, айнан табиий ёриқликлар ва таранг эзилишлар зонасида бузилишлар кўриб чиқилган. Жадал майдаланиш ва майдаланган тоғ жинсларининг мустаҳкамлигини камайиш зоналарини ҳисоблаш формулаларини амалда қўллашнинг деярли иложи йўқ.

Тиргак девор кенглигини оптималлаштириш масалаларига бағишланган ишлар етарли эмаслиги аниқланди. Илмий ишларда сиқилган муҳитнинг турли шаклларидаги тиргак деворнинг рационал ўлчамларини тадқиқ қилиш учрамайди. Илмий адабиётларда кўп мартали портлаш босими остида тоғ жинсларининг мустаҳкамлик, таранглик ва эзилиш зоналарини тадқиқ қилиш ёритилмаган.

Диссертациянинг «**Тоғ жинси массивини майдаланишининг самарадорлигини назарий тадқиқ қилиш ва сиқилган муҳитнинг турли шаклларидаги тиргак девор ўлчамларини аниқлаш бўйича таҳлилий тадқиқотлар**» деб номланган иккинчи бобида портлаш таъсириинг классик схемаси бўйича тоғ жинслари массивини портлашдан бузилиши физик тасири кўриб чиқилган, тоғ жинслари массивининг портлашдан бузилиш зоналари тадқиқ қилинган ва сиқилган муҳитнинг трапеция, учбурчак ва сегмент кўринишли шаклларида тиргак деворнинг рационал ўлчамларини аниқлаш бўйича таҳлилий тадқиқотлар келтирилган.

ПМ зарядлари портлаганда тоғ жинсларининг эзилиш зонаси катталиги заряд радиусига, саноат ПМ энергетик кўрсаткичларига тўғри пропорционал ва тоғ жинслари бўлакларининг критик учиш тезлигига тескари пропорционал тарзда ўзгаради:

$$r_{\text{раз}} = \frac{r^4 \sqrt{\frac{\gamma_{\text{вв}} Q}{\Delta}}}{0,476 \sqrt{v_{\text{кр}}}}, \text{ м}, \quad (1)$$

бу ерда r – ПМ заряди радиуси, м; $\gamma_{\text{вв}}$ – ПМ ҳажм оғирлиги, кг/м³; Q – вазн бирлиги энергияси, кгм/кг; Δ – табиий ҳолатдаги жинсларнинг ҳажм оғирлиги, кг/м³; $v_{\text{кр}}$ – тоғ жинси бўлакларининг критик учиш тезлиги, м/с.

Радиал ёриқлар зонаси радиусининг ўзгариши массивнинг блоклилиқ даражаси бўйича бўлакларининг диаметрига ва портлатиладиган поғона баландлигига, муайян портлатиш схемаларида тоғ жинсларини майдалашда ПМ энергиясини ҳисобга олувчи коэффициентга, ҳамда ПМ заряди баландлигига ва скважиналарни яқинлашиш коэффициентига боғлиқлиги аниқланди:

$$r_{p.m.} = \sqrt{\frac{pl_{zap}}{mH_y \frac{1}{\alpha d_0} \ln \frac{d_0}{d_i}}}, \text{ м}, \quad (2)$$

бу ерда p – 1 п.м. скважинанинг сифими, м³; l_{zap} – скважинадаги заряд узунлиги, м; m – скважиналарнинг яқинлашиш коэффициенти; H_y – поғона баландлиги, м; α – ПМ аниқ портлатиш схемаларида ПМ энергиясини фойдаланишни ҳисобга олувчи коэффициент м²/кг; d_0 – блокчилик даражаси бўйича бўлақларнинг ўртача диаметри, мм; d_i – портлатилган тоғ жинслари бўлагининг ўртача диаметри, мм.

Ёриқ ҳосил бўлиш зонаси радиуси ПМ заряди радиусига тўғри пропорционал ҳолда боғлиқ, тўлқинларини бўйлама босим тарқалиш тезлигига, тоғ жинсларининг босимга чидамчилик чегарасига ва тўлқинларни энига босим тарқалиш тезлигига ва тоғ жинслари чўзилишга чидамчилик чегарасига тескари пропорционал ҳолда боғлиқдир:

$$r_{mp} = \frac{r_c \cdot C_p}{\sigma_p} \cdot \frac{C_p^2 - 2C_s^2}{3C_p^2 - 4C_s^2} \sqrt{\frac{\gamma \sigma_{сж}}{5}}, \text{ м}, \quad (3)$$

бу ерда r_c – ПМ скважина зарядининг радиуси, м; C_p , C_s – мос равиш бўйлама ва энига тўлқинларни тарқалиш тезлиги, м/с; γ – изоэнтроп кўрсаткичи; $\sigma_{сж}$ – жинсларни сиқилишга чидамчилик чегараси, МПа; σ_p – жинсларнинг чўзилишга чидамчилик чегараси, МПа.

Сиқилган муҳитнинг трапеция, учбурчак ва сегментли кўринишдаги шакллариининг геометрик ўлчамлари таҳлилий тадқиқ қилинди ва тиргак деворнинг рационал ўлчамлари аниқланди (расм).

Қуйидаги формула орқали ҳақиқий энг қиска қаршилик масофаси (ЭҚҚМ) аниқланади:

– трапеция ва учбурчак кўринишли шаклларида

$$W_f = \left(x + \frac{3aH + 2(k+1)ctg\varphi}{3} H \right) \sin\varphi, \text{ м}, \quad (4)$$

– сегментли шаклда

$$W_f = R - \sqrt{(\sqrt{R^2 - (R \cos\varphi + H)^2} - aH)^2 + (R \cos\varphi + \frac{1-2k}{3} H)^2}, \text{ м}, \quad (5)$$

бу ерда x – юқори юзаси бўйича тиргак деворнинг кенлиги, м; aH – поғона четидан скважина марказигача бўлган хавфсиз масофа, м; φ – трапеция кўринишидаги тиргак деворнинг нишаблик бурчаги, град.; k – скважинани ортиқча бурғулашни ҳисобга олувчи коэффициент; R – сегмент радиуси, м; H – поғона баландлиги, м.

Тиргак деворнинг бирлик ҳажми қуйидаги формула билан аниқланади:

– трапеция кўринишли шаклда

$$V = \frac{2 \cdot x + H(ctg\varphi - ctg\gamma)}{2} H, \text{ м}^3, \quad (6)$$

– учбурчакли шаклда

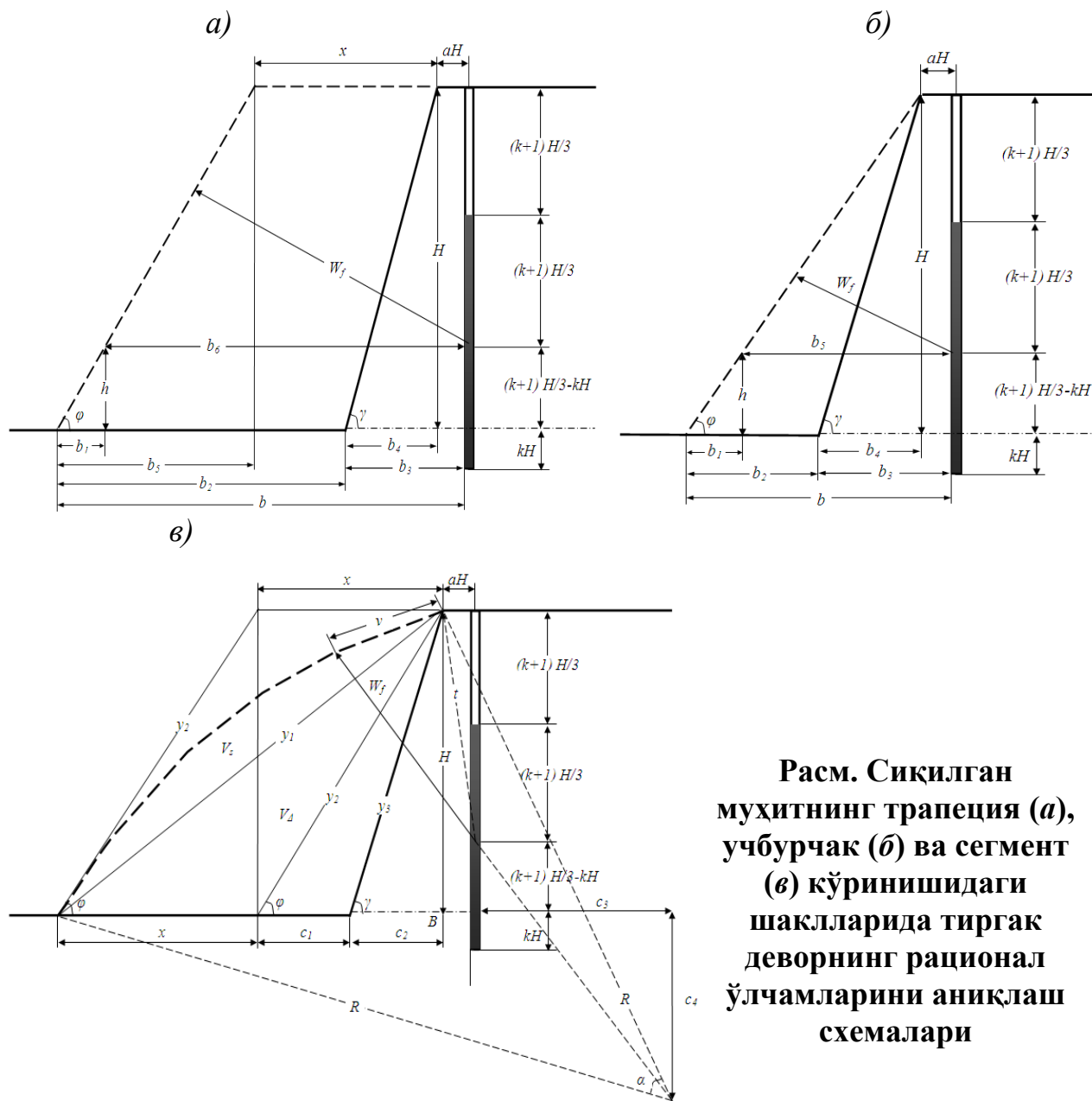
$$V = \frac{H^2(ctg\varphi - ctg\gamma)}{2}, \text{ м}^3, \quad (7)$$

– сегментли шаклда

$$V = \frac{1}{2} \left(R \sin \varphi - H \operatorname{ctg} \gamma - \sqrt{R^2 - (R \cos \varphi + H)^2} + R^2 (\alpha - \sin \alpha) \right) \cdot H, \text{ м}^3, \quad (8)$$

бу ерда H – поғона баландлиги, м; γ – поғона нишаблик бурчаги, град.

Шундай қилиб, ҳақиқий ЭҚҚМ ва тоғ жинси ёйилмаси ҳажми сиқилган муҳитнинг трапеция, уч бурчак ва сегмент кўринишли шакллари учун аниқланди.



Расм. Сиқилган муҳитнинг трапеция (а), учбурчак (б) ва сегмент (в) кўринишидаги шаклларида тиргак деворнинг рационал ўлчамларини аниқлаш схемалари

Тадқиқотлар ёрдамида сиқилган муҳитнинг трапеция, уч бурчак ва сегмент кўринишли шаклларида тиргак деворнинг бирлик ҳажми поғона баландлигига, сиқилган муҳитнинг нишаблик бурчагига, поғона нишаблик бурчагига, тиргак деворнинг юқори юза кенглиги ва ҳақиқий ЭҚҚМга боғлиқ ҳолда ўзгариши аниқланди.

Поғона баландлиги ва бурчаги, юқори юзаси бўйича тиргак девор кенглиги, шунингдек ҳақиқий энг қисқа қаршилик масофаси ортиши билан

сиқилган муҳитнинг трапеция, учбурчак ва сегмент кўринишидаги шаклларидаги тиргак деворининг бирлик ҳажми ортади, тиргак деворнинг нишаблик бурчаги ортиши билан эса сиқилган муҳитнинг трапеция, учбурчак ва сегмент кўринишидаги шаклларида ҳажми камаяди.

Диссертациянинг «**Полигон шароитида кўп мартали портлаш босими орқали тоғ жинсларининг мустаҳкамлик, таранглик ва эзилиш хоссалари камайишини тадқиқ қилиш**» деб номланган учинчи бобида тадқиқотнинг комплекс услубияти ишлаб чиқилган бўлиб, шунинг асосида тоғ жинсларининг майдаланиш мезонлари белгиланди.

Кўмирлашган слюда ва кварцлашган слюда жинсларининг мустаҳкамлик, таранглик ва эзилиш хоссаларини аниқлаш бўйича полигон тажрибалари ўтказилди. Тоғ жинслари СНиП-82 шкаласи бўйича мустаҳкамликнинг VIII, IX, X ва XI туркумларига мансуб.

Тадқиқотларнинг биринчи кетма кетлигида тоғ жинсларининг мустаҳкамлигини камайиши, иккинчи кетма кетлигида эса бирдан портлайдиган электрдетонаторлар портлашидан юзага келадиган кўп мартали динамик босим таъсирида тоғ жинслари цилиндрик намуналарининг майдаланиш сифатига боғлиқлиги аниқланди. Ҳаммаси бўлиб тоғ жинсларининг 4 гуруҳи 5 тадан цилиндрик намуналари ажратиб олинди, буларда электрдетонаторларни портлатиш орқали 1-, 2-, 3-, 4- ва 5-мартали портлаш босими ҳосил қилинди.

Ҳар бир портлашдан сўнг тоғ жинсларининг мустаҳкамлик даражасини тасдиқлаш учун, бўйлама ва энига тўлқинлар ўтиш тезлигини аниқлашдан ташқари нисбий ва энига эзилиш хусусиятлари аниқланди. Ҳисоблаш йўли билан таранглик модули ва Пуассон коэффициенти аниқланди. Тоғ жинсларига босим бериш гидравлик пресс ёрдамида амалга оширилди.

Олдиндан босим берилган тоғ жинси намуналарида максимал бўйлама ва энига эзилиш кўп мартали портлаш босими ва босим катталигига боғлиқ ҳолда ўзгариши аниқланди. Бўйлама ва энига эзилишлар катталиги индикаторлар билан ўлчанди.

Тажрибаларнинг учинчи кетма кетлигида бузмайдиган портлаш босимлар сони ва ПМнинг нисбий солиштирма сарфига боғлиқ ҳолда портлатилган тоғ жинслари бўлақларининг ўртача диаметри ўзгариши аниқланди.

Полигон тажрибалари натижасида тоғ жинсларининг эзилиш ва чўзилишга нисбий мустаҳкамлиги пароболик боғлиқ ҳолда ўзгариши, ҳамда кундаланг ва бўйлама тўлқинларнинг нисбий тезлиги турли тоғ жинсларида портлаш босимлар сонига боғлиқлиги аниқланди.

Бузмайдиган портлаш босими натижасида хатто даврийликларнинг кичик сонларида ҳам электрдетонатор портлаши билан ҳосил қилинадиган кўп мартали портлаш босим таъсири остида катта ва кичик ёриқлар пайдо бўлиши ҳисобига тоғ жинсларининг мустаҳкамлик, таранглик ва эзилиш хоссалари пасайиши тажриба йўли билан аниқланди. Кўп мартали портлаш таъсирида тоғ жинсларининг турғун мустаҳкамлиги сиқилишга 28-45% га,

чўзилишга мустаҳкамлиги 38-60% га камайиши тажриба йўли билан аниқланди.

Бузмайдиган портлаш босимлар сони ва ПМ солиштирма сарфига боғлиқ ҳолда портлатилган тоғ жинслари бўлагининг ўртача ўлчами аниқланди. Тоғ жинсларининг мустаҳкамлик, таранглик ва эзилиш хоссаларининг камайиш ҳодисаси портлатиш йўли билан тоғ жинсларининг майдаланишига ёрдам беради.

Диссертациянинг «**Бошқариладиган сиқилган муҳит ўлчамлари орқали тоғ жинси массивини портлатиб майдалаш усулини ишлаб чиқиш ва саноатда синовдан ўтказиш**» деб номланган тўртинчи бобида трапеция кўринишидаги сиқилган муҳитда тоғ жинслари массивини портлатишнинг саноат усули ишлаб чиқилган бўлиб, бунда хавфсизликни ортиши, қазиш-юклаш ускуналарининг унумдорлигини ортиши, портлашлар сонини камайиши, поғонада тайёрлаш-тиклаш ишларининг камайиши, тоғ жинсларининг майдаланиш даражасини ортиши, массивни геологик структурасини сақлаб қолишни таъминлаш ва портлатилган ёйилмани ўлчамларини бошқаришни таъминлашга имкон яратилади.

Қисқа секинлаштирилган портлашдан фойдаланган ҳолда сиқилган муҳитда портлатиш усули ишлаб чиқилган бўлиб, уни мустаҳкамлиги ва ёриқчилиги турлича бўлган тоғ жинсларида қўллаш мумкин. Ушбу усулга асосан карьерда БПИ паспортига мувофиқ портловчи скважиналарнинг тўртдан кам бўлмаган қатори портлатилади. Олдин портлатилган тоғ жинсларидан қазиш-юклаш ускунаси ёрдамида трапеция кўриниши шаклидаги тиргак девор барпо этилади. М.М.Протодьяконов шкаласи бўйича мустаҳкамлиги $f=8\div 14$ коэффициентига эга ўта ёриқ тоғ жинсларида бўйига ва энига қовланган ўйиқлардан фойдаланган ҳолдаги қаторли схемадан, қаттиқ ўрта блокли жинслар учун диоганал ва радиал схемалардан фойдаланиш тавсия этилади. Зарядлар сериялари ўртасидаги секинлаштириш оралиғи 35-75 мс қабул қилинади.

Математик моделлаштириш усули билан сиқилган муҳитнинг рационал ўлчамларини ишлаб чиқишда ёйилма шаклланишининг умумий масалалари кўриб чиқилди. ПМ скважина заряди ўлчамларига, уни геометрик жойлашишига ва тоғ жинсларининг физик-механик хусусиятларига боғлиқ ҳолда, тоғ жинси массиви қисмларининг бошланғич тезликлари майдони аниқланди.

Трапеция кўриниши шаклидаги тиргак деворнинг рационал баландлиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$h_{n.c.} > \frac{\sqrt{\left(W \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}\right)^2 + 4\left(\frac{1}{\sin \varphi} + \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}\right)V} - \left(W \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}\right)}{\frac{1}{\sin \varphi} + \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}}, \text{ м}, \quad (9)$$

бу ерда W – энг қисқа қаршилик масофаси, м; φ – трапеция кўриниши шаклидаги тиргак девор нишаблиги бурчаги, град.; V – тиргак деворнинг бирлик ҳажми, м³.

Трапеция кўриниши шаклидаги тиргак девор кенглиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$L_c = x + H(ctg\varphi - ctg\alpha), \text{ м}, \quad (10)$$

бу ерда x – трапеция кўриниши шаклидаги тиргак деворнинг юқори юза кенглиги, м; H – поғона баландлиги, м.; α – поғона нишаблик бурчаги, град.

Трапеция кўриниши шаклидаги тиргак девор нишаблик бурчаги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\sin\varphi = \frac{W_f}{x + \frac{3a + 2ctg\varphi}{3}H}, \text{ град.}, \quad (11)$$

бу ерда W_f – амалдаги энг қисқа қаршилиқ масофаси, м; x – юқори юза бўйича тиргак девор кенглиги, м; a – скважина четки қатори марказидан поғона юқори қошигача бўлган масофа, м.

Ишлаб чиқилган усул ва трапеция кўриниши шаклидаги тиргак деворнинг рационал ўлчамлари Навоий кон-металлургия комбинати Марказий кон бошқармаси Мурунгов карьери ва «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг очик усулда казиб олиш объектларида жорий қилинган.

Трапеция кўриниши шаклидаги тиргак девор портлатилганда портлаган тоғ жинси бўлагининг ўртача ҳажми 29% га, ноўлчам бўлақлар сони эса 22% га камайди. Майдалаш даражасини ортиши экскаваторлар унумдорлигини 5% га ортишига ва ноўлчам бўлақларни майдалашга сарфларни 22% га камайтиришга имкон берди.

Экскаваторларнинг унумдорлигини ошириш ва майдалаш ускунасида иккиламчи майдалашни камайтириш ҳисобига амалдаги иқтисодий самара 1 м³ тоғ жинсига 459,34 сўмни ташкил этди.

ХУЛОСА

Диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Портлаш таъсирининг классик схемаси ва кинетик назария қоидаларини ўрганиш асосида математик модел ишлаб чиқилган бўлиб унинг қиймати заряд радиусига, саноат ПМ энергетик кўрсаткичларига тўғри пропорционал ва тоғ жинслари бўлақлари учиши критик тезлигига тесқари пропорционал бўлган эзилиш зонасини аниқлашга имкон беради. Тоғ жинслари массивини портлатиб бузишда эзилиш зонасининг радиуси ПМ заряди радиусига, босим бўйлама тўлқинларининг тарқалиш тезлигига, портлатилаётган жинслар зичлигига тўғри пропорционал ва тоғ жинсларининг сиқилишга мустақкамлик чегарасига тесқари пропорционал боғлиқлигини аниқлаш тавсия қилинган.

2. Тоғ жинсларини портлаш билан майдалашда радиал ёриқлар зонасини аниқлашга имкон берувчи математик модел ишлаб чиқилган бўлиб, унинг қийматини ўзгариши тоғ жинси массивининг ёриқлиги, физик-механик ва кон-технологик хусусиятларига, ПМ энергиясини босим тўлқинига ва массивга таъсир вақтига боғлиқ ҳолда ўзгаришини аниқлаш тавсия қилинган.

3. Тадқиқотлар йўли билан ёриқ ҳосил бўлиш зонаси радиуси ПМ заряди радиусига, босим бўйлама тўлқинларининг тарқалиш тезлигига, тоғ жинсларининг босимга чидамлилиқ чегарасига тўғри пропорционал ва босимнинг энига йўналишлари тарқалиш тезлигига ҳамда тоғ жинсларининг чўзилишга чидамлилиқ чегарасига тескари пропорционал ҳолда боғлиқлигини аниқлаш таклиф қилинган.

4. Таҳлилий тадқиқотлар билан сиқилган муҳитнинг трапеция, учбурчак ва сегмент кўринишли шаклларида тиргак деворнинг рационал ўлчамларини ҳисоблаш формулалари аниқланди ва ишлаб чиқилди. Тадқиқотлар йўли билан сиқилган муҳитнинг трапеция, учбурчак ва сегмент кўринишли шаклларида тиргак деворнинг бирлик ҳажмининг поғона баландлигига, поғона нишаблиқ бурчагига, юқори юза бўйича тиргак деворнинг кенглигига, амалдаги ЭҚҚМга ва тиргак деворнинг нишаблиқ бурчагига боғлиқ ҳолда ўзгариши аниқлаш таклиф қилинган.

5. Кўп мартали портлаш босими орқали тоғ жинсларининг мустаҳкамлик, таранглиқ ва эзилиш хоссалари камайишини тадқиқ қилишнинг комплекс услубияти ишлаб чиқилди, шулар асосида майда ёриқлар умумий ҳажмидан йирик ёриқлар пайдо бўлмасдан уларнинг бошланғич босқичида тоғ жинсларини майдаланиш мезонлари аниқланган.

6. Тоғ жинсларининг мустаҳкамлигини камайиши кўп мартали босим таъсири остида кичик ва катта ёриқлар пайдо бўлиши билан тавсифланади. Кўп марта такрорланадиган портлаш босими натижасида тоғ жинсларининг мустаҳкамлик чегараси эзилишга чидамлилиги 28-45%га, чўзилишга чидамлилиги 38-60% га камайиши билан изоҳланади.

7. Тоғ жинсларининг портлатилган бўлаги ўртача ҳажми ўзгаришининг бузилмайдиган портлаш босими ва уларнинг амплитудаси, шунингдек ПМ солиштирма сарфига параболик боғлиқлиги аниқланди. Тадқиқотлар йўли билан тоғ жинсларини портлатиб майдалашда унинг мустаҳкамлик, таранглиқ ва эзилиш хоссалари камайишига ҳисса қўшиши билан изоҳланади.

8. Трапеция кўринишига эга сиқилган муҳитли тоғ жинслари массивини портлатиш натижасида хавфсизликни ортиши, тоғ жинсларининг майдаланиш даражасини ортишига, тоғ жинси массивини геологик структурасини сақлаб қолиш таъминланиши ва чуқур карьерларда тоғ жинси массиви ёйилмасини ўлчамларини бошқаришга имкон берувчи усул ишлаб чиқилди ва саноатда қўллаш тавсия этилди.

9. Ўтказилган таҳлилий тадқиқотлар асосида ПМ скважина зарядларини портлатиш йўли билан тоғ жинсларини майдалашда трапеция кўринишли сиқилган муҳитнинг рационал ўлчамлари ишлаб чиқилди. ПМ скважина заряди ўлчамлари, уни жойлаштириш геометрияси ва тоғ жинсларининг физик-механик параметрларини ҳисобга олган ҳолда тоғ жинси массивининг бошланғич тезликлари майдонини аниқлаш тавсия этилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.06.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОИЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ГОРНОМ ИНСТИТУТЕ И ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ им. ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. ИСЛАМА КАРИМОВА**

МАХМУДОВ ДИЛМУРОД РАХМАТЖОНОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРОБЛЕНИЯ МАССИВА
ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ ПУТЁМ УПРАВЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРАМИ ЗАЖАТОЙ СРЕДЫ**

04.00.10 – Геотехнология (открытая, подземная и строительная)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD)

Ташкент – 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №B2017.2.PhD/T188.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.ndki.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: **Умаров Фарходбек Яркулович**
доктор технических наук

Официальные оппоненты: **Боровков Юрий Александрович**
доктор технических наук, профессор

Мислибаев Илхом Туйчибаевич
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация: **АО «Узбекуголь»**

Защита диссертации состоится «__» _____ 2018 года в «__» часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.06.01. Адрес: 210100, г. Навои, ул. Жанубий, 27. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горного института (зарегистрирован за №__). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Жанубий, 27. Тел.: 0 (436) 223-56-90; факс: 0 (436) 223-00-55.

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2018 года.
(реестр протокола рассылки №__ от _____ 2018 года).

К.С.Санакулов

Председатель Научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

Ш.Ш.Заиров

Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

Ю.Д.Норов

Председатель научного семинара при Научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире при подготовке горных пород к выемке на карьерах высокоэффективным способом остается их дробление энергией взрыва. Данный способ останется доминирующим и на перспективу 20-25 лет. Буровзрывные работы (БВР) составляют в среднем 10-20% от трудоемкости добычи полезных ископаемых. В настоящее время к качеству БВР предъявляются новые производственные требования, позволяющие повысить производительность труда на открытых разработках в 1,5-2,0 раза. В связи с этим регулирование качества дробления горных пород и управление параметрами взрыва является важной научно-технической задачей.

На сегодняшний день во всем мире для повышения эффективности и обеспечения равномерности дробления горных пород решаются проблемы по управлению энергией взрыва. Возникает необходимость в выполнении научных исследований по снижению прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород при взрывных нагрузках и физико-техническому обоснованию способов дробления массива взрывом с регулируемыми параметрами. Одним из решений данной проблемы является управление взрывом в зажатой среде, при котором повышается безопасность, сохраняется геологическая структура массива за счет уменьшения бокового смещения в период разрушения, увеличивается производительность выемочно-погрузочного оборудования, снижается объем подготовительно-восстановительных работ на уступе, улучшается степень дробления пород и увеличивается продолжительность действия взрыва на массив.

В республике особое внимание уделяется развитию буровзрывных работ. В этом направлении достигнуты значительные успехи, в частности, повышена эффективность использования взрывных технологий на карьерах, разработаны способы и рациональные параметры взрывания. Вместе с тем повышение эффективности дробления массива горных пород взрывом путём управления параметрами зажатой среды является первоочередной задачей. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан¹ определены задачи для выполнения программ по стимулированию научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов внедрения инновационных достижений в практику и в этом аспекте повышение эффективности дробления массива горных пород взрывом представляет особое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-4707 от 4 марта 2015 г. «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства в 2015-2019 гг.» и №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

дальнейшему развитию Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы. Значительный вклад в развитие науки о взрывном разрушении горных пород, совершенствовании технологии взрывной отбойки на карьерах, создании и использовании взрывания в зажатой среде внесли ученые Баранов Е.Г., Барон Л.И., Баум Ф.А., Власов О.Е., Демидюк Г.П., Друкованый М.Ф., Ефремов Э.И., Жариков И.Ф., Заиров Ш.Ш., Кусов Н.Ф., Кутузов Б.Н., Кучерявый Ф.И., Комир В.И., Марченко Л.Н., Мельников Н.В., Мосинец В.Н., Насиров У.Ф., Норов Ю.Д., Покровский Г.И., Ржевский В.В., Рубцов С.К., Ракишев Б.Р., Родионов В.Н., Суханов А.Ф., Тарасенко В.П., Ткачук К.Н., Трубецкой К.Н., Ханукаев А.Н., Черниговский А.А., Шеметов П.А., Шемякин Е.И., Atchison T.C., Ahmed R., Bernard T., Brawner C.O., Donzé F.V., Duvall W.I., Maerz N.H., Munjiza A., Pears O.E., Peter B., Potyondy D.O., Rolf S. Paine, Rossmanith H.P., Rustan A., Selberg H.L. и др.

До настоящего времени известно три варианта взрывания с использованием зажатой среды, которые различаются числом открытых поверхностей и их расположением, характером подпорной стенки и последовательностью взрывания отдельных зарядов: взрыв на неубранную горную массу, подпор горной массой, разрушенной первой небольшой группой зарядов, и взрывание подпорной стенкой.

Вместе с тем, существуют нерешенные проблемы, обусловленные отсутствием исследований по определению рациональных параметров подпорной стенки при различных формах зажатой среды, исследований снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород при многократных взрывных нагрузках и разработке способа и рациональных параметров зажатой среды с различной формой.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета и Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината на темы: «Научные основы и разработка способов дробления горных пород массовыми взрывами скважинных зарядов взрывчатых веществ (ВВ) и определение эффективных параметров буровзрывных работ в зоне нарушенности на глубоких карьерах» (2017-2018 гг.) и «Разработка эффективных технологических схем и рационального направления развития горных работ на карьерах» (2017-2018 гг.).

Целью исследования является управление энергией взрыва скважинных зарядов ВВ путем разработки способа дробления горных пород с регулируемыми формами и параметрами зажатой среды.

Задачи исследования:

обзор современного состояния проблемы управления энергией взрыва скважинных зарядов ВВ на глубоких карьерах;

теоретические исследования эффективности дробления массива горных пород и аналитические исследования по определению параметров подпорной стенки при различных формах зажатой среды;

исследование снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород при многократных взрывных нагрузках в полигонных условиях;

разработка и промышленное испытание способа дробления горных пород с регулируемыми формами и параметрами зажатой среды;

разработка и промышленное испытание рациональных параметров зажатой среды при дроблении горных пород взрывом;

расчет технико-экономической эффективности разработанного способа и рациональных параметров зажатой среды при дроблении горных пород взрывом.

Объектом исследования является массив горных пород на глубоких карьерах.

Предмет исследования: подпорная стенка с различными формами.

Методы исследований. При выполнении диссертационной работы использованы комплексные методы исследований, включающие теоретические обобщения и экспериментальные исследования в полигонных и промышленных условиях, методов математического программирования с использованием современной компьютерной техники с целью разработки программ расчета эффективных параметров зажатой среды на языке Borland Delphi 7.0, а также методов математической статистики и корреляционного анализа результатов исследований.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана математическая модель и установлено, что радиусы зон раздавливания, радиальных трещин и трещинообразования зависят от радиуса заряда ВВ, скорости распространения продольных и поперечных волн напряжений, плотности и пределов прочности горных пород;

разработаны формулы расчета рациональных параметров подпорной стенки при трапециевидной, треугольной и сегментной формах зажатой среды;

разработана комплексная методика исследования снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород при многократных взрывных нагрузках, на основе которых определены критерии дробления горных пород;

установлены зависимости изменения среднего размера куска взорванной горной массы от числа циклов неразрушающего взрывного нагружения и их

амплитуды, а также удельного расхода ВВ.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан способ взрывания массива горных пород с трапециевидной формой зажатой среды, позволяющий повысить безопасность и увеличить производительность выемочно-погрузочного оборудования, увеличить степень дробления горных пород, обеспечить сохранность геологической структуры горного массива и обеспечить регулирование параметрами развала взорванной горной массы;

разработаны рациональные параметры зажатой среды с трапециевидной формой, позволяющий на 29% уменьшить средний размер куска горных пород, на 22% уменьшить количество негабаритных кусков, на 5% увеличить производительность экскаваторов и на 22% снизить затраты на дробление негабаритов.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования доказана значительным объемом полигонных и промышленных экспериментов, удовлетворительной сходимостью и количественным подтверждением основной идеи работы о повышении эффективности дробления массива горных пород путем управления параметрами зажатой среды, а также положительными результатами выполнения массовых взрывов на карьере.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обосновывается разработкой научных основ управления энергией взрыва скважинных зарядов ВВ при дроблении массива с регулируемые формами и параметрами зажатой среды.

Практическая значимость результатов исследования характеризуется разработкой способа дробления горных пород с регулируемые формами и параметрами зажатой среды, обеспечивающего требуемое качество взорванной массы, сохранение геологической структуры массива, увеличение производительности выемочно-погрузочного оборудования и снижение объема подготовительно-восстановительных работ на уступе.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных исследований по повышению эффективности дробления массива горных пород взрывом путём управления параметрами зажатой среды:

разработанный способ взрывания массива горных пород с трапециевидной формой зажатой среды внедрен на карьере Мурунтау Центрального рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината и объектах открытой добычи АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справки Навоийского горно-металлургического комбината №10.02-01-03/4975 от 10 апреля 2018 г. и АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» №ОУ-04168 от 18 апреля 2018 г.). В результате созданы возможности по повышению безопасности, увеличению степени дробления горных пород, обеспечению сохранности геологической структуры горного массива и регулированию параметрами

развала взорванной горной массы на глубоких карьерах;

разработанные рациональные параметры зажатой среды с трапециевидной формой внедрены на карьере Мурунтау Центрального рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината и объектах открытой добычи АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справки Навоийского горно-металлургического комбината №10.02-01-03/4975 от 10 апреля 2018 г. и АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» №ОУ-04168 от 18 апреля 2018 г.). В результате созданы возможности по уменьшению на 29% среднего размера куска горных пород, на 22% количества негабаритных кусков, на 22% затрат на дробление негабаритов и на 5% увеличению производительности экскаваторов.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования произведена на 2 республиканских и 2 международных научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 17 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для издания основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, изданы 11 статей, в том числе 9 из которых в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 112 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, рекомендации по внедрению в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе **«Обзор современного состояния проблемы управления энергией взрыва скважинных зарядов взрывчатых веществ на карьерах»** проведен анализ исследований методов управления дроблением горных пород взрывом скважинных зарядов ВВ на карьерах, процесса дробления и снижения прочности раздробленных горных пород взрывом скважинных зарядов ВВ и изучены закономерности формирования развала при массовых взрывах на карьерах.

Установлено, что по классической схеме взрыва скважинных зарядов ВВ под действием газообразных продуктов детонации, а также волны сжатия и растяжения, под действием которых происходит сжимающие,

раздавливающие напряжения, образуются зоны управляемого дробления, состоящие из зоны раздавливания и зоны трещинообразования. При массовом взрыве скважинных зарядов ВВ происходит дробление горной породы, а ее куски приобретают определенную скорость. При короткозамедленном взрывании и различных схемах инициирования процесс дробления происходит еще интенсивнее за счет разрушения разлетающихся кусков при их соударении, т.к. предел прочности пород при растяжении в случае многократного нагружения меньше их предела прочности при однократном нагружении.

Рассмотрены комплексные вопросы интенсивности дробления горного массива за зоной интенсивного дробления массива, а именно в зонах разрушения по естественным трещинам и упругих деформаций. Практическое применение формул расчета в зоне интенсивного дробления и снижения прочности раздробленных горных пород практически невозможно.

Установлено, что вопросам оптимизации ширины подпорной стенки посвящено недостаточно работ. В научных работах отсутствуют исследования по определению рациональных параметров подпорной стенки при различных формах зажатой среды. Исследование снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород при многократных взрывных нагрузках в научной литературе не освещены.

Во второй главе диссертации **«Теоретические исследования эффективности дробления массива горных пород и аналитические исследования по определению параметров подпорной стенки при различных формах зажатой среды»** рассмотрена физическая картина взрывного разрушения массива горных пород по классической схеме действия взрыва, исследованы зоны взрывного разрушения массива горных пород и приведены аналитические исследования по определению рациональных параметров подпорной стенки при трапециевидной, треугольной и сегментной формах зажатой среды.

Величина зоны раздавливания горных пород при взрыве зарядов ВВ изменяется прямо пропорционально радиусу заряда, энергетическим показателям промышленных ВВ и обратно пропорционально критической скорости разлета частиц горных пород:

$$r_{\text{раз}} = \frac{r^4 \sqrt{\frac{\gamma_{\text{ВВ}} Q}{\Delta}}}{0,476 \sqrt{v_{\text{кр}}}}, \text{ м.} \quad (1)$$

где r – радиус заряда ВВ, м; $\gamma_{\text{ВВ}}$ – объемный вес ВВ, кг/м³; Q – энергия единицы веса, кгм/кг; Δ – объемный вес породы в естественном состоянии, кг/м³; $v_{\text{кр}}$ – критическая скорость частиц горных пород, м/с.

Установлено изменение радиуса зон радиальных трещин в зависимости от среднего диаметра отдельностей в массиве по степени блочности и высоты взрываемого уступа, коэффициента, учитывающего использование энергии ВВ на дробление горных пород при конкретных схемах взрывания, а также высоты заряда ВВ в скважине и коэффициента сближения скважин:

$$r_{p.m.} = \sqrt{\frac{\rho l_{зар}}{m H \gamma \frac{1}{\alpha d_0} \ln \frac{d_0}{d_i}}}, \text{ м}, \quad (2)$$

где ρ – вместимость 1 п.м. скважины, м^3 ; $l_{зар}$ – длина заряда в скважине, м; m – коэффициент сближения скважин; H_γ – высота уступа, м; α – коэффициент, учитывающий использование энергии ВВ на дробление пород при конкретных схемах взрывания, $\text{м}^2/\text{кг}$; d_0 – средний диаметр отдельностей массива по степени блочности (трещиноватости), мм; d_i – средний диаметр взорванного куска горных пород, мм.

Радиус зоны трещинообразования прямо пропорционально зависит от радиуса заряда ВВ, скорости распространения продольных волн напряжений, предела прочности горных пород на сжатие и обратно пропорционально скорости распространения поперечных волн напряжений и предела прочности горных пород на растяжение:

$$r_{mp} = \frac{r_c \cdot C_p}{\sigma_p} \cdot \frac{C_p^2 - 2C_s^2}{3C_p^2 - 4C_s^2} \sqrt{\frac{\gamma \sigma_{сж}}{5}}, \text{ м}, \quad (3)$$

где r_c – радиус скважинного заряда ВВ, м; C_p , C_s – скорость распространения, соответственно, продольных и поперечных волн, м/с; γ – показатель изоэнтропы; $\sigma_{сж}$ – предел прочности пород на сжатие, МПа; σ_p – предел прочности пород на растяжение, МПа.

Аналитически исследованы геометрические параметры трапециевидной, треугольной и сегментной форм зажатой среды и определены рациональные параметры подпорной стенки (рис.).

Фактическая линия наименьшего сопротивления (ЛНС) определяется по формуле:

– при трапециевидной и треугольной формах

$$W_f = \left(x + \frac{3aH + 2(k+1)ctg\varphi}{3} H \right) \sin\varphi, \text{ м}, \quad (4)$$

– при сегментной форме

$$W_f = R - \sqrt{(\sqrt{R^2 - (R \cos\varphi + H)^2 - aH^2} + (R \cos\varphi + \frac{1-2k}{3} H)^2)}, \text{ м}, \quad (5)$$

где x – ширина подпорной стенки поверху, м; aH – безопасное расстояние от верхней бровки уступа до центра скважины, м; φ – угол откоса подпорной стенки трапециевидной формы, град.; k – коэффициент, учитывающий переbur скважин; R – радиус сегмента, м; H – высота уступа, м.

Единичный объём подпорной стенки определяется по формуле:

– при трапециевидной форме

$$V = \frac{2 \cdot x + H(ctg\varphi - ctg\gamma)}{2} H, \text{ м}^3, \quad (6)$$

– при треугольной форме

$$V = \frac{H^2(ctg\varphi - ctg\gamma)}{2}, \text{ м}^3, \quad (7)$$

– при сегментной форме

$$V = \frac{1}{2} \left(R \sin \varphi - H \operatorname{ctg} \gamma - \sqrt{R^2 - (R \cos \varphi + H)^2} + R^2 (\alpha - \sin \alpha) \right) \cdot H, \text{ м}^3, \quad (8)$$

где H – высота уступа, м; γ – угол откоса уступа, град.

Таким образом, установлены фактическая ЛНС и объём развала горных пород при трапециевидной, треугольной и сегментной формах зажатой среды.

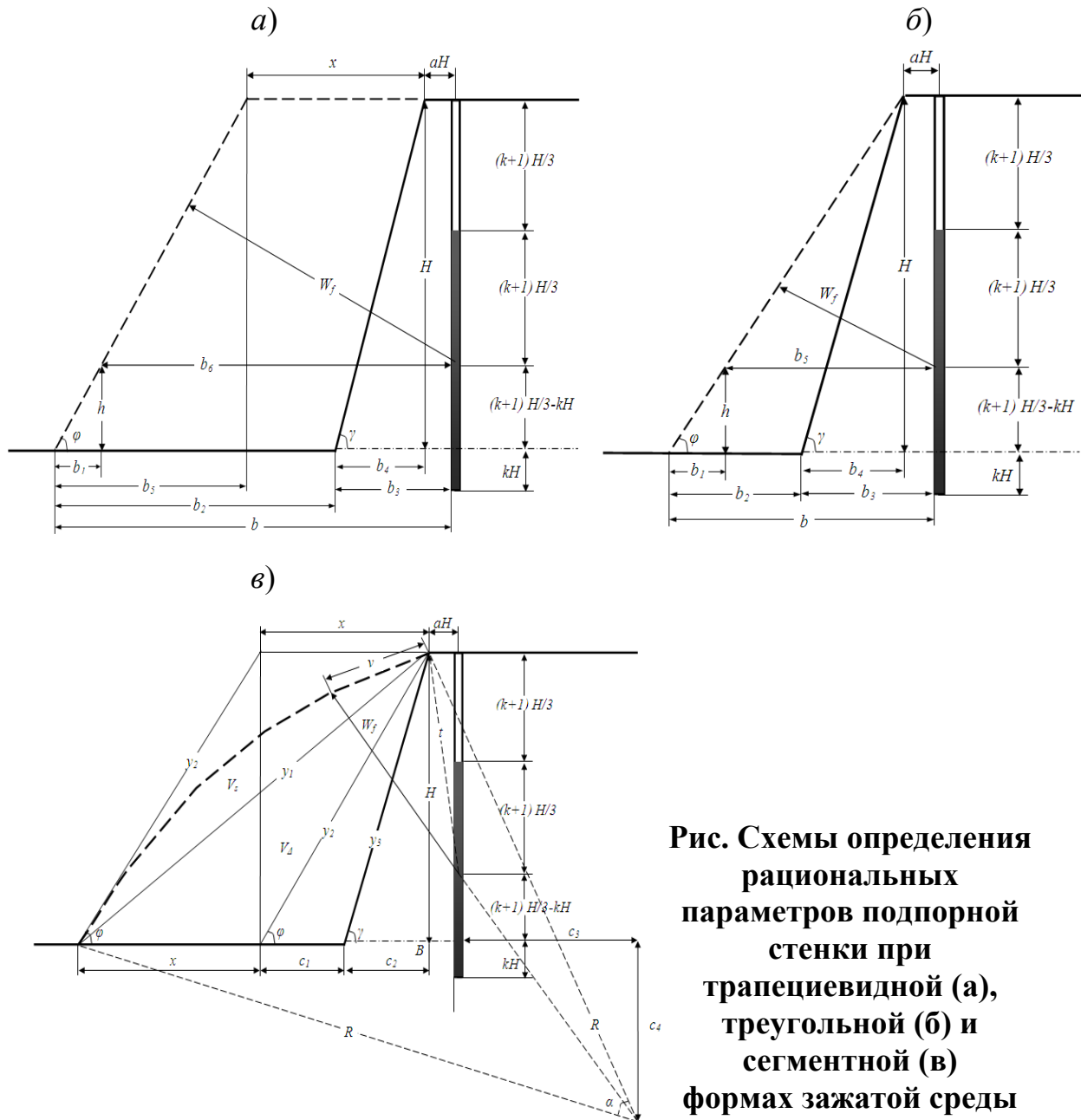


Рис. Схемы определения рациональных параметров подпорной стенки при трапециевидной (а), треугольной (б) и сегментной (в) формах зажатой среды

Исследованиями установлено изменение единичного объёма подпорной стенки при трапециевидной, треугольной и сегментной формах зажатой среды в зависимости от высоты уступа, угла откоса зажатой среды, угла откоса уступа, ширины подпорной стенки поверху и фактической ЛНС.

С увеличением высоты и угла откоса уступа, ширины подпорной

стенки поверху, а также фактической линии наименьшего сопротивления единичный объем подпорной стенки при трапециевидной, треугольной и сегментной формах зажатой среды увеличивается, а с увеличением угла откоса подпорной стенки единичный ее объем при трапециевидной, треугольной и сегментной формах зажатой среды уменьшается.

В третьей главе диссертации **«Исследование снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород при многократных взрывных нагрузках в полигонных условиях»** разработана комплексная методика исследования, на основе которой определены критерии дробления горных пород.

Проведены полигонные эксперименты по определению прочностных, упругих и деформационных свойств углисто-сланцевых и слюдисто-кварцевых пород. Горные породы относились к VIII, IX, X и XI категориям крепости по шкале СНиП-82.

В первой серии экспериментов исследовано снижение прочности горных пород, во второй – установлены зависимости качества дробления цилиндрических образцов горных пород под действием многократных динамических нагрузок, создаваемых взрывом электродетонаторов мгновенного действия. Всего выделены 4 группы по 5 цилиндрическим образцам горных пород, которые подвергались 1-, 2-, 3-, 4- и 5-кратному взрывному нагружению путем подрыва электродетонаторов.

Для получения подтверждения изменения прочностных свойств горных пород после каждого взрыва, кроме определения скорости прохождения продольных и поперечных волн, определялись деформационные характеристики: относительная и поперечная. Расчетным путем определен модуль упругости и коэффициент Пуассона. Нагружение образцов горных пород осуществлялось на гидравлическом прессе.

Определено изменение максимальных продольных и поперечных деформаций пород в зависимости от многократных взрывных нагрузок и величин напряжений предварительно нагруженных образцов. Величина продольной и поперечной деформаций измерялась индикаторами.

В третьей серии экспериментов установлено изменение среднего диаметра куски взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ.

В результате полигонных испытаний установлены параболические зависимости изменения относительной прочности горных пород на сжатие и растяжение, а также относительной скорости продольных и поперечных волн от количества взрывных нагружений в различных горных породах.

Экспериментально установлено, что в результате неразрушающего взрывного нагружения, даже после небольшого числа циклов, снижаются прочностные, упругие и деформационные свойства горных пород за счет образования макро- и микротрещин под действием многократных взрывных нагрузок, создаваемых взрывом электродетонатора. При действии многоциклических взрывных нагрузок прочность пород на сжатие снижается

на 28-45%, на растяжение – на 38-60% от предела статической прочности горных пород.

Определены средние размеры куска взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ. Дроблению горных пород взрывом способствует явление снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород.

В четвертой главе диссертации **«Разработка и промышленное испытание способа дробления массива горных пород взрывом с регулируемыми параметрами зажатой среды»** разработан и промышленно испытан способ взрывания массива горных пород с трапециевидной формой зажатой среды, позволивший повысить безопасность и увеличить производительность выемочно-погрузочного оборудования, уменьшить количество взрывов, снизить объем подготовительно-восстановительных работ на уступе, увеличить степень дробления горных пород, обеспечить сохранность геологической структуры горного массива и обеспечить регулирование параметрами развала взорванной горной массы.

Разработан способ взрывания в зажатой среде с использованием короткозамедленного взрывания, который может применяться в различных по крепости и трещиноватости горных породах. Согласно данному способу бурятся не менее четырех рядов взрываемых скважин согласно паспорту БВР на карьере. Из ранее взорванных горных пород выемочно-погрузочным оборудованием формируется подпорная стенка трапециевидной формы. При сильнотрещиноватых горных породах с коэффициентом крепости по шкале М.М.Протодяконова $f=8\div 14$ рекомендуется применять порядную схему с использованием продольных и поперечных врубов, для крепких среднеблочных пород – диагональная и радиальная схемы. Интервалы замедления между сериями зарядов принимаются 35-75 мс.

При разработке рациональных параметров зажатой среды рассмотрены общие вопросы формирования развала методом математического моделирования. Определены поля начальных скоростей частей горного массива с учетом параметров скважинного заряда ВВ, геометрии его заложения и физико-механических свойств горных пород.

Рациональная высота подпорной стенки трапециевидной формы определяется по формуле:

$$h_{н.с.} > \frac{\sqrt{\left(W \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}\right)^2 + 4\left(\frac{1}{\sin \varphi} + \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}\right)V} - \left(W \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}\right)}{\frac{1}{\sin \varphi} + \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}}, \text{ м}, \quad (9)$$

где W – линия наименьшего сопротивления, м; φ – угол откоса подпорной стенки трапециевидной формы, град.; V – единичный объем подпорной стенки, м³.

Ширина подпорной стенки трапециевидной формы определяется по формуле:

$$L_c = x + H(\operatorname{ctg} \varphi - \operatorname{ctg} \alpha), \text{ м}, \quad (10)$$

где x – ширина подпорной стенки трапециевидной формы поверху, м; H – высота уступа, м.; α – угол откоса уступа, град.

Угол откоса подпорной стенки трапециевидной формы определяется из выражения:

$$\sin\varphi = \frac{W_f}{x + \frac{3a + 2ctg\varphi}{3}H}, \text{ град.}, \quad (11)$$

где W_f – фактическая линия наименьшего сопротивления, м; x – ширина подпорной стенки поверху, м; a – расстояние от центра крайнего ряда скважин до верхней бровки уступа, м.

Разработанный способ и рациональные параметры подпорной стенки с трапециевидной формой внедрены на карьере Мурунтау Центрального рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината и объектах открытой добычи АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат».

При взрыве на подпорную стенку с трапециевидной формой средний размер куска взорванной горной массы уменьшился на 29%, а количество негабаритных кусков – на 22%. Увеличение степени дробления позволило увеличить производительность экскаваторов на 5% и снизить затраты на дробление негабаритов на 22%.

За счет увеличения производительности экскаваторов и снижения затрат на вторичное дробление на дробильном оборудовании фактический экономический эффект составил 459,34 сум на 1 м³ горной массы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации получены следующие результаты:

1. На основе изучения классической схемы действия взрыва и положений кинетической теории разработана математическая модель, которая позволяет установить зону раздавливания, величина которой изменяется прямо пропорционально радиусу заряда, энергетическим показателям промышленных ВВ и обратно пропорционально критической скорости разлета частиц горных пород. Рекомендуется определить радиус зоны раздавливания при взрывном разрушении массива горных пород прямо пропорционально в зависимости от радиуса заряда ВВ, скорости распространения продольных волн напряжений, плотности взрывааемых пород и обратно пропорционально пределу прочности горных пород на сжатие.

2. Рекомендована разработанная математическая модель, позволяющая установить зону радиальных трещин при дроблении горных пород взрывом, величина которой изменяется в зависимости от трещиноватости, физико-механических и горно-технологических свойств горного массива, передачи энергии ВВ в волну напряжений и времени их воздействия на массив.

3. Исследованиями установлено, что радиус зоны трещинообразования прямо пропорционально зависит от радиуса заряда ВВ, скорости распространения продольных волн напряжений, предела прочности горных пород на сжатие и обратно пропорционально скорости распространения поперечных волн напряжений и предела прочности горных пород на растяжение.

4. Аналитическими исследованиями определены и разработаны формулы расчета рациональных параметров подпорной стенки при трапециевидной, треугольной и сегментной формах зажатой среды. Исследованиями установлено изменение единичного объема подпорной стенки при трапециевидной, треугольной и сегментной формах зажатой среды в зависимости от высоты уступа, угла откоса уступа, ширины подпорной стенки поверху, фактической линии наименьшего сопротивления и угла откоса подпорной стенки.

5. Разработана комплексная методика исследования снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород при многократных взрывных нагрузках, на основе которых определены критерии дробления горных пород, способствующие только его начальной стадии, когда из общего объема микротрещин еще не выделились крупные макротрещины и их рост еще не начался.

6. Установлено, что снижение прочности горных пород характеризуется появлением микро- и макротрещин под действием многократных нагрузок. При действии многоциклических взрывных нагрузок прочность пород на сжатие снижается на 28-45%, на растяжение – на 38-60% от предела статической прочности горных пород.

7. Установлены параболические зависимости изменения среднего размера куска взорванной горной массы от числа циклов неразрушающего взрывного нагружения и их амплитуды, а также удельного расхода ВВ. Исследованиями установлено, что дроблению горных пород взрывом способствует явление снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород.

8. Разработан и рекомендован к внедрению способ взрывания массива горных пород с трапециевидной формой зажатой среды, позволивший повысить безопасность, увеличить степень дробления горных пород, обеспечить сохранность геологической структуры горного массива и обеспечить регулирование параметрами развала взорванной горной массы на глубоких карьерах.

9. На основе проведенного аналитического исследования разработаны рациональные параметры зажатой среды с трапециевидной формой при дроблении горных пород взрывом скважинных зарядов ВВ. Рекомендуется определить поле начальных скоростей частей горного массива с учетом параметров скважинного заряда ВВ, геометрии его заложения и физико-механических свойств горных пород.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES OF
DSc.27.06.2017.T.06.01 AT THE NAVOI STATE MINING INSTITUTE AND
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED ISLAM KARIMOV**

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED ISLAM KARIMOV**

MAKHMUDOV DILMUROD RAKHMATJONOVICH

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF CRUSHING ROCK MASS
EXPLOSION BY CONTROLLING THE PARAMETERS OF THE
CLAMPED MEDIUM**

04.00.10 – Geotechnology (opencast, underground and construction)

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2018

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2017.2.PhD/T188.

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the webpage of the Scientific Council (www.ndki.uz) and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific Consultant: **Umarov Farkhodbek Yarkulovich**
Doctor of Technical Sciences

Official opponents: **Borovkov Yuriy Aleksandrovich**
Doctor of technical sciences, Professor

Mislibaev Ilkhom Tuychibaevich
Doctor of technical sciences, associate Professor

Leading organization: **JSC «Uzbekcoal»**

The defence of the dissertation will be held on «__» _____ 2018 at ____ at the meeting of of single of the Scientific council of scientific degrees DSc.27.06.2017.T.06.01 at the Navoi State Mining institute and Tashkent State Technical University. Address: 210100, Navoi, Janubiy street, 27. Phone: 0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz.

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi State Mining Institute under No __ (Address: 210100, Navoi, Janubiy street, 27. Phone: 0 (436) 223-56-90; fax: 0 (436) 223-00-55.

The abstract of the dissertation is distributed on «__» _____ 2018.
Protocol at the register No _____ dated «__» _____ 2018).

K.S. Sanakulov
Chairman of the scientific council for
awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Sh.Sh. Zairov
Scientific secretary of the scientific council for
awarding the scientific degrees, Doctor of
Technical Sciences, Associate Professor

Yu.D. Norov
Chairman of the scientific seminar under scientific
council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (the dissertation abstract of (PhD) Doctor of Philosophy)

The aim of research work is to control the explosion energy of borehole charges explosives by developing a method of crushing rocks with adjustable parameters of the clamped medium.

The object of the research work is an array of rocks in the quarries. Subject of research: retaining wall with different shapes.

Scientific novelty of the research work is as follows:

a mathematical model is developed and it is found that the radii of the crushing zones, radial cracks and fracturing depend on the charge radius of explosives, the velocity of propagation of longitudinal and transverse waves of stresses, density and strength limits of rocks;

formulas for calculating the rational parameters of the retaining wall in trapezoidal, triangular and segment forms of the clamped medium are developed;

a complex method of investigation of reduction of strength, elastic and deformation properties of rocks under multiple explosive loads is developed, on the basis of which the criteria of rock crushing are determined;

the dependences of the change in the average size of the piece of the blasted rock mass on the number of cycles of non-destructive explosive loading and their amplitude, as well as the specific consumption of explosives are established.

Implementation of the research results. On the basis of the conducted researches on increase of efficiency of crushing of the massif of rocks by explosion by control of parameters of the clamped environment:

the developed method of rock mass explosion with trapezoidal shape of the clamped medium is implemented at the Muruntau quarry Of the Central mining Department of Navoi mining and metallurgical combine and the objects of open production of «Almalyk mining and metallurgical combine» JSC (certificates of Navoi mining and metallurgical combine no. 10.02-01-03/4975 from 10 April 2018 and JSC «Almalyk mining and metallurgical combine» № OU-04168 from 18 April 2018). As a result, there are opportunities to improve safety, increase the degree of rock fragmentation, ensure the safety of the geological structure of the mountain range and regulate the parameters of the collapse of the exploded rock mass in deep quarries;

the developed rational parameters of the clamped medium with trapezoidal shape are introduced at the Muruntau quarry Of the Central mining Department of Navoi mining and metallurgical combine and the objects of open production of JSC «Almalyk mining and metallurgical combine» (certificates of Navoi mining and metallurgical combine no. 10.02-01-03/4975 from 10 April 2018 and JSC «Almalyk mining and metallurgical combine» № OU-04168 from 18 April 2018). As a result, it is possible to reduce the average size of a piece of rock by 29%, 22% of the number of oversized pieces, 22% of the cost of crushing of the outages and 5% increase in productivity of excavators.

The structure and volume of the thesis. The structure of the thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The volume of the thesis is 112 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, part I)

1. Петросов Ю.Э., Махмудов Д.Р., Уринов Ш.Р. Физическая сущность дробления горных пород взрывом скважинных зарядов ВВ // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2016. – №4. – С. 98-100 (05.00.00; №7).

2. Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р. Исследование процесса дробления и снижения прочности раздробленных горных пород взрывом скважинных зарядов путем повышения их удельного расхода и диаметра заряда // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2016. – №4. – С. 100-102 (05.00.00; №7).

3. Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р., Петросов Ю.Э., Мардонов И.Н. Выбор оптимальных параметров производства буровзрывных работ для интегсивного дробления руд и вариантов размещения циклично-поточной технологии на карьере Кальмакыр // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2016. – №4. – С. 229-235 (05.00.00; №16).

4. Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р., Петросов Ю.Э., Мардонов И.Н. Районирование карьерного поля Кальмакыр по буримости и взрываемости // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2017. – №1. – С. 229-235 (05.00.00; №16).

5. Насиров У.Ф., Махмудов Д.Р., Заиров Ш.Ш., Абдурашидов Ш.М. Исследование зоны трещинообразования при дроблении горных пород взрывом // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2017. – №4. – С. 19-21 (05.00.00; №7).

6. Махмудов Д.Р., Петросов Ю.Э. Технология производства буровзрывных работ на глубоких карьерах Узбекистана // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2017. – №5. – С. 331-337 (05.00.00; №29).

7. Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р., Петросов Ю.Э. Исследование снижения прочностных и деформационных свойств различных горных пород при многократных взрывных нагрузках // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2017. – №4. – С. 14-18 (05.00.00; №7).

8. Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р., Насиров У.Ф. Определение радиуса зоны раздавливания массива горных пород при разрушение взрывом // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2017. – №4. – С. 157-161 (05.00.00; №16).

9. Махмудов Д.Р. Определение среднего размера куски взорванных пород при массовых взрывах // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №1. – С. 20-22 (05.00.00; №7).

10. Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р., Очилов Ш.А. Методика исследования снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород в полигонных условиях // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №1. – С. 29-31 (05.00.00; №7).

11. Насиров У.Ф., Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р., Заиров Ш.Ш. Исследование размеров зон раздавливания и трещинообразования при взрывном разрушении горных пород // Известия вузов. Горный журнал. – Екатеринбург, 2018. – №2. – С. 54-60 (05.00.00; №34).

12. Норов Ю.Д., Умаров Ф.Я., Уринов Ш.Р., Махмудов Д.Р., Заиров Ш.Ш. Теоритические исследование параметров подпорной стенки при различных формах зажатой среды из взорванной горной массы // Известия вузов. Горный журнал. – Екатеринбург, 2018. – №4. – С. 64-71 (05.00.00; №34).

II бўлим (II часть, part II)

13. Махмудов Д.Р., Мардонов И.Н. Рекомендации при применении эффективной системы разработки в условиях Хандизинского рудника // Материалы республиканской научной конференции. – Ташкент, 2015 г. – С 190-192.

14. Акбаров Т.Г., Махмудов Д.Р., Исраилов М.А. Комбинированная отработка месторождения «Мурунтау» // Материалы VI Международной научно-технической конференции на тему: «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». – Навои, 14-16 мая 2013 г. – С. 27.

15. Петросов Ю.Э., Махмудов Д.Р. Выбор оптимальной степени дробления руд для эффективного функционирования циклично-поточной технологий на карьере Кальмакыр // Материалы 12-ой Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики на тему: «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». – Том 1. – Тула - Минск – Донецк, 2-3 ноября 2016 г. – С. 71-76.

16. Махмудов Д.Р. Пылеподавление при массовых взрывах на карьерах // Материалы Республиканской научно-технической конференции на тему: «Горно- металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития». – Навои, 15-16 ноября 2016 г. – С. 71-72.

17. Норов Ю.Д., Умаров Ф.Я., Махмудов Д.Р., Уринов Ш.Р., Заиров Ш.Ш., Очилов Ш.А. Расчет параметров единичного объема подпорной стенки и линии наименьшего сопротивления при взрывании скважинного заряда // Государственное патентное ведомство РУз. Решение об официальной регистрации программы для ЭВМ. Заявка № DGU 20180140. 26.02.2018 г.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан
тахрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84^{1/16}. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи: 2,5. Адади 100. Буюртма № 23.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.

