

<https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-4.06>  
<https://orcid.org/0000-0001-7564-444X>  
<https://orcid.org/0000-0001-6370-8557>  
<https://orcid.org/0000-0001-5194-1693>  
<https://orcid.org/0000-0003-0065-0743>

## ГОРНАЯ ПОДГОТОВКА НЕФТЕПРОМЫСЛОВ НЕГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЯЗКОЙ НЕФТИ



**Е.С. ГУМЕННИКОВ,**  
старший научный сотрудник  
лаборатории технологий  
подземной разработки  
рудных месторождений,  
[e.gumennikov@mail.ru](mailto:e.gumennikov@mail.ru)



**Н.С. БУКТУКОВ,**  
академик НАН РК,  
доктор технических наук,  
профессор,  
[n.buktukov@mail.ru](mailto:n.buktukov@mail.ru)



**Б.Ж. БУКТУКОВ,**  
заведующий отделом  
опытно-конструкторских  
работ, старший научный  
сотрудник,  
[beisen@rambler.ru](mailto:beisen@rambler.ru)



**Э.С. ЕСБЕРГЕНОВА,**  
младший научный сотрудник  
отдела физико-технических  
проблем комплексного  
освоения недр магистр  
технических наук,  
[esmir\\_92@mail.ru](mailto:esmir_92@mail.ru)

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА ИМ. Д.А.КУНАЕВА,  
Республика Казахстан, 050046, г. Алматы, пр. Абая, 191

*Рассматривается идея совмещения опыта ведения горных работ и нефтедобычи с возможностью использования сил гравитации для извлечения нефти.*

*Здесь предусматривается проходка горных выработок и скважин, способствующие истечению нефти вниз в горные выработки, тем самым исключая сопротивление сил гравитации извлечению нефти из нефтеласта. Вместо с тем учитывается вязкость нефти, оказывающее сопротивление истечению.*

*Горно-подготовительные работы в этом случае предусматривает проходку взаимно параллельных скважин, проводимых из горных выработок после разгрузки пластового газогидростатического давления через разведочные или законсервированные скважины с поверхности.*

*По предлагаемой технологической схеме необходимо пройти два вертикальных ствола – выдачной и вентиляционный на флангах месторождения со стороны его падения на глубину, превышающую глубину залегания нефтеносного тела на 25-30 м и монтировать в них грузоподъемные подъемники. Затем соединить на конечной глубине оба ствола горизонтальной выработкой-квершлагом, из которой бурятся взаимно параллельные нефтевыдающие скважины по возможности с небольшим восстающим углом по нижнему уровню нефтеносного пласта.*

*Нефтевыдающие скважины бурятся через 10-12 м и пересекают весь пласт по профилю. Угол наклона не должен превышать тот, который сможет обеспечивать свободное течение вязкой нефти в сторону квершлага.*

*Предусматривается образование мощного распорного надпластового давления, что способствует истечению нефти в квершлаг, откуда откачивается на поверхность. Здесь уже не имеет места сцепление нефти с коллектором, поскольку находится в свободном состоянии.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нефтеносный пласт, скважина, горные выработки, давление, вязкая нефть.

## ТАЯЗ ЖАТҚАН ТҰТҚЫР МҰНАЙ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ МҰНАЙ КӘСІПШІЛІКТЕРІН ТАУ-КЕНДІК ДАЙЫНДАУ

**Е.С. ГУМЕННИКОВ**, кен орындарын жерасты игеру технологиялары зертханасының аға ғылыми қызметкері, e.gumennikov@mail.ru

**Н.С.БУКТУКОВ**, ҚР ҰҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, профессор, n.buktukov@mail.ru

**Б.Ж. БУКТУКОВ**, тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар бөлімінің меңгерушісі, аға ғылыми қызметкер, beisen@rambler.ru

**Э.С. ЕСБЕРГЕНОВА**, жер қойнауын кешенді игерудің физика-техникалық мәселелері бөлімінің кіші ғылыми қызметкері, техника ғылымдарының магистрі, esmir\_92@mail.ru

Д.А. ҚОНАЕВ АТЫНДАҒЫ ТАУ-КЕН ІСТЕРІ ИНСТИТУТЫ,  
Қазақстан Республикасы, Алматы қ., 050046, Абай даңғ., 191

*Мақалада тау-кен жұмыстары мен мұнай өндіру тәжірибесін мұнайды алу үшін ауырлық күштерін пайдалану мүмкіндігімен біріктіру идеясы қарастырылады.*

*Мұнда мұнайдың тау-кен қазбаларына төмен қарай ағып кетуіне ықпал ететін тау-кен қазбалары мен ұңғымаларды үңгілеу көзделеді, осылайша ауырлық күштерінің мұнай қабатынан мұнай алуға төзімділігін болдырмайды. Оның орнына мұнайдың тұтқырлығы ескеріледі, ол өтуге қарсы тұрады.*

*Бұл жағдайда тау-кен дайындау жұмыстары жер бетінен барлау немесе консервіленген ұңғымалар арқылы қабаттық газ-гидростатикалық қысымды түсіргеннен кейін тау-кен қазбаларынан жүргізілетін өзара параллель ұңғымаларды қазуды көздейді.*

Ұсынылған технологиялық схема бойынша екі тік оқпаннан өту керек – кен орнының қапталында мұнай денесінің пайда болу тереңдігінен 25-30 м асатын тереңдікке құлау жағынан беру, желдету және оларға жүк көтергіштерін монтаждау қажет. Содан кейін екі ұңғыманы да түпкілікті тереңдікте көлденең қазбамен-квершлагпен жалғап, одан өзара параллель мұнай шығаратын ұңғымалар мүмкіндігінше мұнай қабатының төменгі деңгейінде сәл көтерілу бұрышымен бұрғыланады.

Мұнай шығаратын ұңғымалар 10-12 м-ден кейін бұрғыланады және бүкіл қабатты созылу арқылы кесіп өтеді. Көлбеу бұрышы тұтқыр мұнайдың кфершлагқа қарай еркін ағуын қамтамасыз ете алатын бұрышынан аспауы тиіс.

Мұнайдың жер бетіне айдалатын квершлагқа өтуіне ықпал ететін қуатты аралық қабат үсті қысымын қалыптастыру көзделеді. Мұнайдың коллекторға ілінуі енді бұл жерде болмайды, өйткені ол еркін күйде.

**ТҮЙІН СӨЗДЕР:** мұнайлы қабат, ұңғыма, тау-кен қазбалары, қысым, тұтқыр мұнай

## MINING PREPARATION OF OIL FIELDS OF SHALLOW-LYING VISCOUS OIL FIELDS

**E.S. GUMENNIKOV**, Senior Researcher at the Laboratory of Technologies for Underground Mining of Ore Deposits, [e.gumennikov@mail.ru](mailto:e.gumennikov@mail.ru)

**N.S. BUKTUKOV**, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Technical Sciences, Professor, [n.buktukov@mail.ru](mailto:n.buktukov@mail.ru)

**B. ZH. BUKTUKOV**, Head of the Development Department, Senior Researcher, [beisen@rambler.ru](mailto:beisen@rambler.ru)

**E.S. YESBERGENOVA**, Junior Researcher of the Department of Physical and Technical Problems of Integrated Development of Mineral Resources, Master of Technical Sciences, [esmir\\_92@mail.ru](mailto:esmir_92@mail.ru)

D.A. KUNAEV INSTITUTE OF MINING,  
Republic of Kazakhstan, 050046, Almaty, Abaya Ave., 191

*In this paper, the idea of combining the experience of mining and oil production with the possibility of using gravity forces to extract oil is considered.*

*It provides for the sinking of mine workings and wells that contribute to the outflow of oil down into the mine workings, thereby eliminating the resistance of gravity forces to the extraction of oil from the oil reservoir. At the same time, the viscosity of the oil, which resists the expiration, is taken into account.*

*Mining and preparatory work in this case involves the sinking of mutually parallel wells carried out from the mine workings after unloading the reservoir gas-hydrostatic pressure through exploration or mothballed wells from the surface.*

*According to the proposed technological scheme, it is necessary to pass two vertical shafts – the exhaust and ventilation on the flanks of the field from the side of its fall to a depth exceeding the depth of the oil-bearing body by 25-30 m and mount cargo lifts in them. Then, at the final depth, connect both shafts with a horizontal development-a quershlag, from which mutually parallel oil-producing wells are drilled, if possible, with a small rising angle along the lower level of the oil-bearing reservoir.*

*Oil-producing wells are drilled through 10-12 m and cross the entire formation along the strike. The angle of inclination should not exceed the one that will be able to ensure the free flow of viscous oil towards the querclag.*

*It provides for the formation of a powerful spacer supra-layer pressure, which contributes to the outflow of oil into the querclag, from where it is pumped to the surface. There is no longer any coupling of oil with the reservoir, since it is in a free state.*

**KEY WORDS:** oil reservoir, well, mining, pressure, drilling column, viscous oil.

**В**ведение. В мировой практике имеет место низкий коэффициент извлечения нефти ( $k_{ин}$ ), а в Казахстане не высокий  $k_{ин}$  обусловлен еще и тем, что основные запасы представлены высоковязкой нефтью. В этой связи ряд не глубоководных месторождений отработаны не более чем на 30% и законсервированы.

Решению проблемы повышения  $k_{ин}$  посвящены ряд исследований [1-8], которые позволяют повысить извлечение нефти в той или иной степени. Однако кардинального решения проблемы, особенно для вязкой остаточной нефти, не найдены.

В настоящей работе рассматривается идея использования опыта ведения горных работ и нефтедобычи с возможностью исключения противодействия сил гравитации на извлечение нефти.

Рассматривается новый технологический вариант строительства дополнительного вскрытия месторождения вертикальными стволами и горизонтальными горными выработками наименьшего сечения с доступом к нефтеносному пласту горизонтальными скважинами на двух высотных уровнях, позволяющими активизировать нефтеотделительные и транспортные процессы. При этом, будут использованы новые технологии разрушений крепких пород поточным способом [9-10].

Так, при подземной или открытой отработке твердых полезных ископаемых производится откачка воды через дренажную систему, представляющую собой горные выработки и скважины. Здесь также предусматривается проходка горных выработок и скважин, способствующие истечению нефти вниз в горные выработки, тем самым исключая сопротивление сил гравитации извлечению нефти из нефтепласта. Вместо с тем учитывается вязкость нефти, оказывающее сопротивление истечению.

Горно-подготовительные работы в этом случае должны заканчиваться устройством взаимно параллельных скважин, проводимые из горных выработок после разгрузки пластового газогидростатического давления через разведочные или законсервированные скважины с поверхности [9]. В данном случае доработки месторождения после его консервации, снятие накопившегося пластового давления от усадки покрывающей толщи решается расконсервацией вскрываемых скважин основного периода эксплуатации.

В значительной мере решение о включении горной подготовки горными выработками и определение сроков начала его осуществления будет зависеть от определения объема не извлекаемых запасов вязкой нефти и, следовательно, от полученных технико-экономических показателей.

По предлагаемой технологической схеме необходимо пройти два вертикальных ствола – выдочной и вентиляционный на флангах месторождения со стороны его падения на глубину, превышающую глубину залегания нефтеносного тела на 25-30 м и монтировать в них грузоподъемные подъемники. Затем соединить на конечной глубине оба ствола горизонтальной выработкой-квершлагом, из которой бурятся взаимно параллельные нефтевыдающие скважины по возможности с небольшим восстающим углом по нижнему уровню нефтеносного пласта.

Нефтевыдающие скважины бурятся через 10-12 м и пересекают весь пласт по простиранию. Угол наклона не должен превышать тот, который сможет обеспечивать свободное течение вязкой нефти в сторону квершлага, иначе бурение может быть сильно затруднено.

Далее во все скважины на их полную глубину вводятся трубопроводы сравнительно малого сечения и в устьевой части соединяются с питающим паропроводом. На соединении скважинных трубопроводов и питающего паропровода монтируются устройства для дозированной управляемой подачи чистого гравия в скважинные трубопроводы под высоким давлением. Эта система обеспечит «поршневую» очистку возможных заторов вязкой нефти высоким напором, например, пара с давлением 30-35 атм.

Далее производится монтаж транспортной трубопроводной линии с насосной откачкой нефти по квершлагу к выдачному стволу на поверхность.

Таким образом, добыча нефти будет переведена полностью через выдачной ствол, а вскрывающие скважины будут играть только вспомогательную роль, например, для нагнетания мощного давления любым известным способом в нефтеносные пласты.

### **Методы и материалы исследований.**

*Потенциальные варианты активизации нефтевыделения с горной подготовкой*

Традиционные схемы активизации нефтеотделения от вмещающей породной мездры включают в себя создание статического давления водяным паром или водой. В первом случае для вязких нефтей горячий пар создаёт необходимый тепловой нагрев и одновременно некоторое давление. Однако необходимого высокого давления и пар, и горячая вода создать не может, поскольку система скважинного вскрытия закольцована с поверхностью и это необходимо чтобы качественно подогреть вязкую нефть и содержащую среду энергичным теплообменом.

Более реальным процессом образования мощного распорного надпластового давления, является плавный, растянутый по времени, и приближающийся по мощности в какой-то мере к разрыву пласта от налегающей толщи.

Из чисто логических предположений, и имея в виду большую площадь нефтеносных месторождений, ставится задача замкнуть систему нагнетания давления и тепла через вертикальную толщу нефтеносного тела и направить принудительную плюс гравитационную силу, действующую на нефть строго по вертикали вниз. Горизонтальные чисто принудительные перемещения должны быть минимальными, приближающимися к местной структуре вмещающей среды плюс половина расстояния до ближайшей нефтевыдающей скважины по простиранию пласта.

В этом просматривается определённое достоинство принудительно-гравитационного отжима с наименьшими горизонтальными течениями вязкой нефти в самом нефтеносном пласте. Нефть на выходе из скважинных коллекторов должна транспортироваться на поверхность подземными насосами, установленными непосредственно под скважинами рассредоточено на всей их протяжённости квершлага.

Замкнутые процессы принуждения давлением предлагаются следующие:

*Криогенный вариант.* По горизонтальным скважинам нагнетается жидкий азот или углекислота. Жидкий азот имеет оптовую стоимость 700-750 тыс. тенге за тонну. Жидкая углекислота имеет стоимость 580-600 тыс. тенге за тонну, её можно применить только в условиях безводности пласта. В первом случае вариант более предпочтителен из-за более высокой экологической безопасности.

При нагревании от тёплых пород в верхней части нефтеносного пласта образуется объём условно свободного газа из одной тонны жидкого азота или углекис-

лоты порядка  $700 \text{ м}^3$ . Создаваемое давление в замкнутом пространстве с плавным нарастанием будет отжимать нефть в сборный коллектор из нефтевыдающих скважин. Можно предположить, что в процессе нарастания, стабилизации и падения газового давления объём отжатой нефти от каждой тонны сжиженного газа может достигать  $20 \text{ м}^3$  и более.

*Термический вариант.* По горизонтальным скважинам нагнетается атмосферный воздух и небольшое количество топлива для розжига горения типа «коктейля Молотова» с высоким воздушным наддувом. Горение предполагается большей частью будет происходить в поверхностной зоне нефтеносного пласта. С нарастанием газового давления в этой зоне должен происходить отжим нефти, причём с подогревом. С заменой воздушного наддува на специальные жидкие субстанции высокотемпературного горения можно получать весьма высокие давления горения.

В исключительных случаях создание принудительного воздействия (давления) на нефтеносный пласт может осуществляться из вскрывающих скважин по существующей схеме первичной эксплуатации. Однако, в большинстве случаев из-за сдвижений налегающей толщи пород со смятием в зоне выработанных пространств, эти скважины большей частью будут непригодны. Более реалистичным здесь будет вариант по вышеописанной схеме, из соединительного квершлага между вертикальными стволами, выполненной на верхнем уровне нефтеносного пласта. Отличием будет их более горизонтальное расположение с приближением к общему уклону поверхности нефтеносного пласта, а также уменьшенный диаметр скважин.

Нагнетательные скважины, пройденные из квершлага, будут обеспечиваться надёжными паркерами их на выходе для сдерживания высокого распорного давления в нефтевыдающих скважинах. Для удерживания пробок можно использовать шахтные гидростойки с распором в противоположные стенки квершлага.

Непригодность старых эксплуатационных скважин может быть вызвана гравитационным сдвижением налегающей толщи, которое может полностью блокировать их связь между собой и с поверхностью.

Квершлаг может быть соединён с поверхностью отдельной выдачной скважиной. Это позволит содержать выдачной ствол в надлежащем состоянии. На выдачном трубопроводе по стволу могут возникать различные утечки, что не допустимо, поскольку ствол грузолудской.

По сооружению выдачной скважины возникает проблема точного попадания в квершлаг. Вращательным бурением это почти невозможно. Здесь нужен невращательный метод бурения, например, разрабатываемый гидроимпульсный буровой снаряд [11-12], или другими способами.

Наиболее сложной проблемой в предлагаемой технологии нефтедобычи является бурение длинных горизонтальных скважин как на нагнетательном, так и на нефтесборном уровне, где возможны просачивания и даже местные прорывы нефти в скважины при бурении. В этом случае нефть будет смешиваться с буровой мелочью и создавать полужидкую массу, занимающую всё сечение и перекрывающая отработанный пар или сжатый воздух. В этой связи возникает необходимость замены традиционных буровых установок на гидроударники новой конструкции [13-14], в которых не будет соударяющихся металлических деталей и где появля-

ется возможность работать на повышенных давлениях парогазовых энергоносителей. Чем выше температура и давление энергоносителя, тем эффективнее бурение.

*После консервационная горная подготовка нефтепромыслов шахтными стволами*

Вертикальные шахтные стволы малого сечения диаметром 2,5-3,5 м в свету, на первый взгляд, целесообразно проходить бурением на полное сечение. Главным достоинством здесь является полное отсутствие людей в забое на проходке и полная механизация работ. Однако на креплении пройденных заходов люди находятся в стволе с нарушением всех норм безопасности из-за отсутствия шахтных копров, предохранительных полков, нулевой площадки. Буровой способ обеспечивается громоздким исполнительным органом с подвеской на автокранах большой грузоподъемности. Проходческий щит работает под слоем глинистого раствора без доступа к профилактическим или ремонтным работам. Для этих целей буровой щит поднимается на поверхность. Частые аварии происходят из-за засорения многочисленных турбинок породным шламом, который в результате малой обменной скорости глинистого раствора оседает на щит. С увеличением глубины бурения проблемы резко нарастают. Для перехода на крепление раствор полностью откачивается и заново закачивается для бурения новой заходки. В результате существующий практический опыт имеет весьма ограниченную глубину бурения в 84 м.

В целом ставится задача скоростного сооружения вертикальных вскрывающих выработок преимущественно малого сечения, достаточно эффективных по эксплуатационной производительности, механизированным способом [15]. Причём проходческий процесс имеет возможность на перевод в дистанционный и даже автоматический режим управления.

Единообразная форма круглого забоя, например, ствола (от 2,5 м диаметром) или скважины большого диаметра (до 2,2 м) позволяет применить систему дистанционного управления непрерывной отбойкой горной массы вертикального забоя, где существует реальная опасность для операторов от разлета осколков и повышенного шума.

Вскрытие месторождений полезных ископаемых вертикальными выработками малого сечения по крепким и абразивным породам в повсеместной практике представляет большой экономический интерес по многим оценочным параметрам. Большим препятствием осуществлению такой технологии являются технические проблемы преимущественно в части механизации рабочих процессов, а также в средствах оснащения шахтного оборудования для транспортировки на поверхность грузов и людей.

Поэтому приводится краткое описание новых конструкций шахтных подъемников и технологии их применения для проходки вертикальных транспортных выработок преимущественно малого сечения.

Прежде всего малые сечения проходимых вертикальных выработок отличаются повышенной устойчивостью горных пород с соответственным уменьшением объемов крепления постоянной крепью. В случаях местного отсутствия подземных вод или качественного их подавления в слоевых зонах возможно только торкретирование стенок выработок и даже полное отсутствие сплошного крепления.

Малые сечения – это малый объем выемки на каждый пройденный погонный метр ствола малого сечения или скважины большого сечения. Здесь тормозом будет

установленные нормы и расценки работ, выполняемые подрядным способом, где расчётной единицей является 1 м<sup>3</sup> выданной на поверхность горной породы. Необходим переход на расчёт за 1 погонный м выработки.

Практикой сооружения и оснащение систем вскрытия определяется транспортная и вентиляционная способность шахтных стволов. Для повышения аэродинамического качества стволов малого сечения может служить замена балочных армировок современных стволов на опорные катучие элементы по стенкам самих выработок или скользящими элементами по рельсовым проводникам, крепящимся на стержневых консольных элементах, концы которых вмонтированы в пробуренные шпуры в породных стенках. В результате освобождается большая и компактная площадь сечения ствола и для спуска-подъёма техники и людей.

В настоящее время проходка шахтных стволов по крепким горным породам механизированным способом имеет место на диаметрах сечений стволов только более 4-х метров. Имея в виду существующие авторские разработки по существенному увеличению эксплуатационной производительности шахтных стволов малого сечения с диаметрами в свету от 2,5 м до 3,5 м, достижение здесь полной механизации проходческого цикла с применением высокопроизводительного безвзрывного поточного способа обеспечит значительное сокращение капитальных затрат и сроков строительства.

Вскрытие месторождений выработками малого сечения с применением гидроимпульсной безвзрывной технологии, кроме доработки законсервированных нефтепромыслов, позволит ввести в эксплуатацию большое число золоторудных и редкометальных месторождений Казахстана [16-17].

## **Результаты и обсуждение.**

### *Краткое описание технологии проходки шахтных стволов*

Проходка стволов малого сечения диаметром в свету от 2,5 до 3,5 м обеспечивает наименьшие капитальные и эксплуатационные затраты. Наиболее часто на проходке стволов применяются канатно-бадьевые подъемы.

Для обеспечения высокой производительности предусматривается гидроимпульсный способ разрушения породного забоя с применением центрально поворотного агрегата гидроимпульсного разрушения с надежной защитой управляющих операторов от случайного падения предметов или породной просыпи с поверхности.

Агрегат для разрушения горных пород высокой крепости и абразивности 1 навешивается на центрально-осевую стойку 2 с помощью каната 3 и быстроходной лебёдки (не показана), установленной на поверхности (рисунк 1). Стойка распирается гидродомкратами 4 в стенках ствола. Крепление агрегата на осевой стойке выполнено на вертикально подвижном патрубке 5, являющимся одновременно корпусом гидроцилиндра, с помощью поворотной муфты 6. К корпусу муфты 6 съёмно крепится ригель 7 в виде коробчатого профиля балки, в которой размещен винтовой податчик 8 с кареткой 9, а на этой каретке навешен породоразрушающий агрегат 1. Соосно с ригелем 7 на корпусе поворотной муфты 6 смонтирована кабина управления 10.

Осевая стойка 2 входит в полость гидроцилиндра 5 и её конец выполнен в виде поршня 11, создающие систему вертикального перемещения агрегата 1 по вертика-

ли и круговому обороту. На конце ствола агрегата 1 монтирована воронкообразная ловушка 12 для улавливания взорванной породы гидроимпульсным взрывом и перемещения её в скипок 13. Скипок 13 перемещается по направляющей 14, например, с помощью винтоподатчика 15.

Для разгрузки ловушки 12 в скипок 13 предусматривается опорная скоба 16.

На период сооружения ствола привод породоразрушающего агрегата запитывается от электрокабелей, прокладываемых в закрепном пространстве ствола с выводом наружу в призабойном пространстве. Питание водой с поверхности также осуществляется из закрепного пространства по шлангам с упрочнёнными стенками. Таким же образом забой связан с поверхностью сигнальным кабелем. Все эти элементы оснащения остаются для нужд эксплуатации.

Водоотлив для вертикальных выработок малого сечения не может представлять значительных проблем и осуществляется совместно с выдачей породы бадьями. Тем более, что в проходимых вертикальных выработках диаметром от 2,5 до 3,5 м, в полной мере, подавляющей подземные источники воды, например, тубингами из различного стойкого материала с гладкой наружной поверхностью и с подливкой закрепного пространства цементно-песчаным раствором.

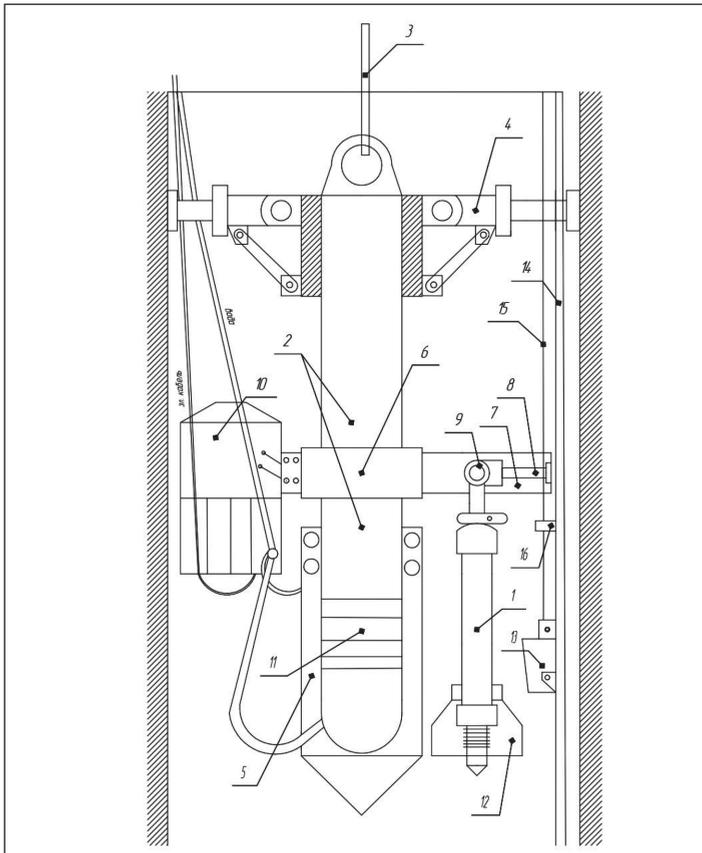


Рисунок 1 – Оснащение проходческого забоя ствола

Прходческий агрегат, разрушающий породу в забое малыми единичными выстрелами - порциями воды и при этом совершающим единообразные концентрические движения по кругу забоя, выполняет точное оформление стенок проходимой выработки. Поэтому толщина крепи остаётся постоянной в соответствии с расчётной, т.е. наиболее экономичной.

Центральная стойка 2 подвешивается на канате строго по оси ствола на быстросходную проходческую лебёдку через шкив на проходческом копре и управляется операторами из забоя. Тип лебёдки может применяться серийный предназначенный для навески спасательных лестниц.

Технология забойной перегрузки отбитой горной массы при малом водопритоке заключается в использовании силы разрушения от гидровыстрела. Мощность выстрела варьируется от 250 до 350 кДж, что эквивалентно 70 - 80 г скального аммонита.

На *рисунке 2* показана конструкция породоулавливающего инерционного устройства, использующего силу выброса разрушенной породы каждого единичного выстрела гидропушки для заполнения своей ёмкости, удержания и перегрузки породы. На конце ствола гидроимпульсной пушки 1 смонтирована воронкообразная камера-ловушка 2 с пружинным устройством 3. Ловушка имеет возможность скольже-

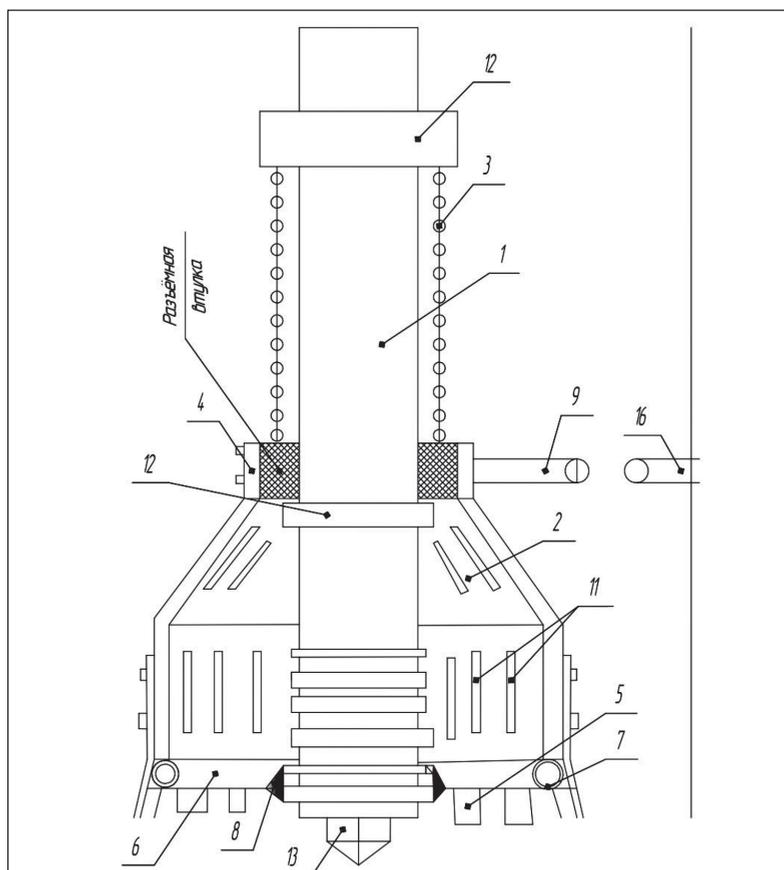


Рисунок 2 – Инерционная ловушка породы гидроимпульса

ния по вертикали своей горловиной 4. Цилиндрическая часть ловушки 2 по своему периметру содержит закрепленные вертикально пластинчатые пружины 5, к которым крепятся шарнирно донные пластины 6. Шарниры снабжены пружинами 7 для возврата пластин 6 в горизонтальное положение. Концевая часть ствола гидропушки оборудована конусным кольцом 8, а скользящая часть камеры 2 снабжена опорным стержнем 9 для разгрузочной операции при взаимодействии со скобой 16, смонтированной над приёмным скипком (на рисунке не показан). Цилиндрические стенки ловушки 2 содержат тонкие прорези 11 для выпуска водяного пара от гидровыстрела. Горловина 4 имеет нижнее и верхнее ограничения в виде колец 12 на стволе гидропушки 1.

Для производства очередного выстрела описанная конструкция опускается в нужную точку забоя ствола с упором породоразрушающего элемента 13 в забой и производится выстрел. Разрушенная порода подбрасывается внутрь ловушки 2. При этом донные пластины, опирающиеся на конусное кольцо 8, откидываются внутрь камеры 2 и вновь занимают горизонтальное положение с упором в конус 8. Порода в камере заблокирована и может перемещаться на выгрузку в любой приёмный бункер. Для выгрузки стержень 9 накладывается на скобу 10, а гидропушка опускается на некоторую величину вниз. Донные пластины теряют опору на конусную поверхность 8, и порода высыпается в бункер, после чего пружины 9 возвращают пластины 8 в горизонтальное положение. Процесс повторяется.

**Заключение и выводы.** Ограниченная мощность единичного гидровыстрела не представляет собой разрушительное действие для инерционной ловушки выброшенной выстрелом горной массы, поскольку более 80% энергии выстрела расходуется на разрушение породы в воронке отрыва. При этом, следует иметь в виду, что энергия водяного заряда, совмещённого с энергией металлического бойка 13 гидропушки 1 не имеет высокого метательного действия. А отработанный водяной пар через осевые каналы исполнительного инструмента в конце его хода выбрасывается под разрушенную породу и истекает через прорези 11 наружу, и в этот момент служит задержкой падения отбитой породы вниз до момента возврата пластин 6 в горизонтальное положение и соответственно улавливания породы внутри корпуса ловушки 2.

Горловина ловушки выполнена легко съёмной, что позволяет вести отбойку без перегрузки породы. Это необходимо для проектного оконтуривания стенок ствола, а также для выполнения вертикальных штроб под кабельные и трубопроводные коммуникации в закрепном пространстве для проходки ствола. Эти коммуникации наращиваются из забоя после проходки заходки без крепления и остаются там навсегда после подливки цементно-песчаным раствором.

Крепление стенок ствола может быть сплошным бетоном, заливаемым в сборной опалубке, или железобетонными тубингами с подливкой цементно-песчаным раствором, как было сказано выше.

Энергоснабжение проходческих работ, снабжение сжатым воздухом и водой осуществляется по электрокабелям и гибким шлангам с усиленной оболочкой, прокладываемым в закрепном пространстве. Эти коммуникации наращиваются на каждой новой заходке постоянного крепления в забойной части. Сжатый воздух используется

в силовой системе агрегата 1, а также для его горизонтального перемещения, и кругового поворота, например, с помощью малого пневмодвигателя с фрикционной передачей усилия. Сжатый воздух используется грейферным агрегатом. Вода используется в силовой цепи гидропушки, гидроцилиндром 4 и распорными гидродомкратами 3.

В реализации идеи совместного использования технологий горных работ и нефтедобычи наиболее трудоемким является проходка шахтных стволов, однако применение агрегата импульсного разрушения будет обеспечена скорость проходки вертикальных выработок до 200 и более погонных м в месяц. При этом стоимость сооружения шахтных стволов с диаметром 2,5-3,5 м будет снижена на 45-50%.

Себестоимость сооружения стволов может быть снижена относительно стволов диаметром 5,0-5,5 м при равной производительности в 3-4 раза.

Следовательно, отработка остаточной вязкой нефти не глубоко залегающего месторождения с использованием опытов горных работ и нефтедобычи позволит существенно сократить потери углеводородного сырья в недрах. 

*Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (№AP19677246).*

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Hui-Shu Liu, Ji-Miao Duan, Jiang Li, Jian Wang, Hao Yan, Ke-Yu Lin, Ke-Cheng Gu, Chang-Jun Li: "Wax deposition modeling in oil-water stratified pipe flow // Petroleum Science. – 2023. Vol. 20. – I. 1. – P. 526-539. <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2022.09.028>
- 2 Knobloch L.O., Hincapie R., Foedisch R.E., Ganzer L. Qualitative and Quantitative Evaluation of Permeability Changes during EOR Polymer Flooding Using Micromodels // World Journal of Engineering and Technology. - 2018. – V. 6. – N. 2. – P. 332-349. <https://doi.org/10.4236/wjet.2018.62021>
- 3 Quanshu Li, Huilin Xing, Jianjun Liu, Xiangchun Liu, A review on hydraulic fracturing of unconventional reservoir // Petroleum. – 2015. – Vol. 1. – I. 1. – P. 8-15, <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2015.03.008>
- 4 Karpov V.N., Petreev A.M. Determination of Efficient Rotary Percussive Drilling Techniques for Strong Rocks // J MinSci 57. – 2021. – P. 447–458. <https://doi.org/10.1134/S1062739121030108>
- 5 Saurabh Mishra, Achinta Bera and Ajay Mandal. Effect of Polymer Adsorption on Permeability Reduction in Enhanced Oil Recovery // Journal of petroleum Engineering. – 2014. – <https://doi.org/10.1155/2014/395857>
- 6 Галлямов М.Н., Рахимкулов Р.Ш. Повышение эффективности эксплуатации нефтяных скважин на поздней стадии разработки месторождений. – Москва: Недра, 1978. – С. 207. [Gallyamov M.N., Rahimkulov R.SH. Povyshenie effektivnosti ekspluatatsii neftyanyh skvazhin na pozdnej stadii razrabotki mestorozhdenij. – Moskva: Nedra, 1978. – С. 207.]
- 7 Григорашченко Г.И., Зайцева Ю.В., Кукин В.В. и др. Применение полимеров в добыче нефти. - Москва: Недра, 1978. - 213 с. [Grigorashchenko G.I., Zajceva YU.V., Kukin V.V. i dr. Primenenie polimerov v dobyche nefiti. - Moskva: Nedra, 1978. - 213 s.]
- 8 Эфрос Д.А., Оноприенко В.П. Моделирование линейного вытеснения нефти водой. -Тр.ВНИИ. – Москва: Гостоптехиздат, 1968. – С. 331-360. [Efros D.A., Onoprienko V.P. Modelirovanie linejnogo vytesneniya nefiti vodoj. -Tr.VNII. – Moskva: Gostoptekhizdat, 1968. – S. 331-360.]

- 9 Буктуков Н.С., Гуменников Е.С. Новая технология на основе гидроимпульсного разрушения горных пород – перспективный путь к эффективному освоению земных недр // Комплексное использование минерального сырья – 2018. - №3. -С. 7-14. <https://doi.org/10.31643/2018/6445.11> [Buktukov N.S., Gumennikov E.S. Novaya tekhnologiya na osnove gidroimpul'snogo razrusheniya gornyh porod – perspektivnyj put' k effektivnomu osvoeniyu zemnyh neдр // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya – 2018. - №3. -S. 7-14.]
- 10 Buktukov N. S., Gumennikov E. S., Mashatayeva G. A. Mass destruction of strong rocks by periodic emissions of hydro charges // Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a – 2019. -№2. P. 42-50. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.15>
- 11 Буктуков Н.С., Гуменников Е.С., Асанов А.А. Новая технология бурения глубоких скважин на основе механо-гидроимпульсного разрушения горных пород // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2019. – N 50. – С. 58-66. [Buktukov N.S., Gumennikov E.S., Asanov A.A. Novaya tekhnologiya bureniya glubokih skvazhin na osnove mekhanogidroimpul'snogo razrusheniya gornyh porod // Izvestiya KGTU im. I. Razzakova. – 2019. – N 50. – С. 58-66.]
- 12 Буктуков Н.С., Гуменников Е.С., Машатаева Г.А. Технология подземной газификации угля с проходкой скважин сверхзвуковыми выбросами гидрозарядов // Международного горно-металлургического Конгресса «ASTANA MINING & METALLURGY», Нур-Султан, 12-13 июня 2019. [Buktukov N.S., Gumennikov E.S., Mashataeva G.A. Tekhnologiya podzemnoj gazifikacii uglya s prohodkoj skvazhin sverhzvukovymi vybrosami gidrozaryadov // Mezhdunarodnogo gorno-metallurgicheskogo Kongressa «ASTANA MINING & METALLURGY», Nur-Sultan, 12-13 iyunya 2019.]
- 13 Лобанов Д.П., Гарбуз Г.Д., Сокорев А.В. и др. Импульсные водометы для разрушения горных пород. – М.: Ин-т Цветметинформация. 1978. - 31 с. [Lobanov D.P., Garbuz G.D., Sokorev A.V. i dr. Impul'snye vodomety dlya razrusheniya gornyh porod. – М.: In-t Cvetmetinformaciya. 1978. - 31 s.]
- 14 Инновационный патент 2128 КГ. Гидроударное устройство / Асанов А.А., Гуменников Е.С. Оpubл. 28.02.2019. Бюлл. №2. [Инновационный патент 2128 КГ. Гидроударное устройство / Асанов А.А., Гуменников Е.С. Оpubл. 28.02.2019. Бюлл. №2.]
- 15 Жалгасулы Н., Гуменников Е.С. Новая безвзрывная горная технология // Проблемы комплексного освоения минерального сырья Дальнего Востока: матер. междунар. научно-практ. конф. - Хабаровск, Россия, 2005 г. – С. 131-133. [Zhalgasuly N., Gumennikov E.S. Novaya bezvzryvnaya gornaya tekhnologiya // Problemy kompleksnogo osvoeniya mineral'nogo syr'ya Dal'nego Vostoka: mater. mezhdunar. nauchno-prakt. conf. - Habarovsk, Rossiya, 2005 g. – S. 131-133.]
- 16 Жалгасулы Н., Гуменников Е.С. Перспективы отработки малых месторождений с использованием поточной технологии // КАЗНИТУ им. К.И. Сатпаева, Институт металлургии и обогащения. – 2018. – №3. – С. 7-14. [Zhalgasuly N., Gumennikov E.S. Perspektivy otrabotki malyh mestorozhdenij s ispol'zovaniem potочноj tekhnologii // KAZNITU im. K.I. Satpaeva, Institut metallurgii i obogashcheniya. – 2018. – №3. – S. 7-14.]
- 17 Жалгасулы Н., Гуменников Е.С. Некоторые аспекты процесса гидроимпульсной технологии разрушения крепких пород // Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды ИГД им. Д.А. Кунаева, 2013. – С. 59-63. [Zhalgasuly N., Gumennikov E.S. Nekotorye aspekty processa gidroimpul'snoj tekhnologii razrusheniya krepkih porod // Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie gornogo proizvodstva. Trudy IGD im. D.A. Kunaeva, 2013. – S. 59-63.]