

**С. Е. АЛЕКСЕНЦЕВА  
И. В. ЗАХАРОВ**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА БУРЕНИЯ ПРОСТЫХ И АРТЕЗИАНСКИХ  
СКВАЖИН, КОЛОДЕЗНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ  
СЛОЖНЫХ И СКАЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПОРОДЫ  
ПУТЁМ ДРОБЛЕНИЯ СКАЛЬНЫХ ПОРОД  
С ПРИМЕНЕНИЕМ РУЖЕЙНОГО ПАТРОНА**

**DEVELOPMENT OF SIMPLE AND ARTESIAN DRILLING METHOD  
WELLS, WELL DEVICES DURING PASSAGE  
COMPLEX AND ROCKY ROCK FORMATIONS BY  
ROCK CRUSHING WITH GUN CARTRIDGE**

*Разработана серия принципиально новых результативных конструкций устройств дробления скальных пород с применением ружейного патрона при бурении колодезных скважин. Устройства предназначены для гражданского сектора занятости. Предлагаемые конструкции дробления наиболее эффективно применять в районах средне-русской возвышенности, холмистых местностях, в горно-равнинных районах. Устройство предназначено для ружейного патрона с пулевым зарядом или зарядом дробью гладкоствольного ружья. Раскрываются проблемы процесса бурения скважин с использованием ружейного патрона с разными видами пуль. Исследованы рабочие схемы и принцип действия предлагаемых механических инерционных ударных систем устройств в разном конструктивном исполнении с различными способами механической инициации-накола капсуля патрона. Проведен анализ механизмов срабатывания ружейных патронов устройств дробления пород. Рассмотрены кинематика и физико-механические процессы работы предложенных устройств. Показаны преимущества и недостатки в эксплуатации и специфики применения разработанных конструкций в природных условиях бурения, зависящих от типа, твёрдости и плотности скальных пород. Излагаются доступные методы, элементы конструкций и материалы для экономически выгодного и качественного изготовления конструк-*

*A series of essentially new productive designs of devices for a destruction of rocky breeds with using of a rifle cartridge at boring of drill holes is developed. Devices are intended for civil sector of employment. Offered designs of crushing most effectively to apply in areas of a Central Russian height, hilly districts, in mountain-flat areas. The device is intended for a rifle cartridge with a bullet charge or a small charges in of a smooth-bore rifle. Problems of process of boring of drill holes with use of a rifle cartridge with different kinds of bullets are revealed. Working schemes and a principle of action of offered mechanical inertial shock systems of devices for different designs with various methods of mechanical startings of a cartridge are investigated. The analysis of mechanisms of startings of rifle cartridges of devices of destruction of rocky breeds is carried out. The kinematics and physics with mechanical processes of work of the offered devices are considered. Advantages and lacks of operation, and specificity of using the designs of the boring process are shown, depending on type, to hardness and density of rocky breeds. Accessible methods, elements of designs and materials for economic and qualitative manufacturing of designs of devices of destruction are stated. Aspects of physics of shock influence of a rifle cartridge on breed of a drill holes are considered. The special attention is directed on problems of ecology and safety precautions in the course of drilling with application of the given devices. Conditions of ecological pollution of a drill holes are revealed. Recommendations about work*

ций устройств дробления. Рассматриваются аспекты физики ударного воздействия ружейного патрона на породу скважины. Особое внимание направлено на проблемы экологии и техники безопасности в процессе бурения с применением данных устройств. Показаны условия экологического загрязнения скважины. Даны рекомендации по технике безопасности проведения работ: безопасность подготовительных операций при зарядании устройств, обращение с оружием, безопасные глубины использования данных устройств.

**Ключевые слова:** бурение, скважина, дробление скальных пород, ружьё, патрон, экология, техника безопасности

Одним из сложных направлений проведения и механизации работ для гражданского населения является область бурения скважин для собственных нужд людей, проживающих за городом, в сельских областях, так как связана с ограничением денежных и материальных средств, расходом материалов. Устройства, предложенные в данной статье, предназначены для бурения колодезных скважин на собственных подворьях гражданского населения РФ собственными силами ручного механического бурения, имеющих регистрационные лицензионные разрешения МВД РФ по хранению, применению и обороту гражданского охотничьего нарезного и гладкоствольного оружия и боеприпасов, в данном случае ружей. Оборудование по бурению скважин [1–5] представляет собой разнообразие видов по сложности конструктивного исполнения, оснастке, специфике использования и т. п. Имеющееся в настоящее время оборудование для самостоятельного бурения скважин на воду [6–8] зачастую не подходит как по крепости породы и техническим параметрам, так и по ограничению в денежных средствах. Предлагаемый способ дробления может быть применён с использованием холостого патрона, а также ружейного патрона с пулевым зарядом. Предложенные механические конструкции наиболее продуктивно использовать в районах среднеерусской возвышенности, всех холмистых местностях, тем более в горно-равнинных районах, где материковые скальные породы ближе всего подходят к поверхности и меньше всего имеют покрова мягких наносных пород. Так, в работе предложена серия принципиально новых конструкций устройств, легко изготавливаемых и используемых для осуществления процесса бурения.

**Задачи исследования.** Исследование механизмов срабатывания ружейных патронов с целью разработки устройств для дробления пород. Разработка серии устройств дробления

*safety precautions - safety of preparatory operations at startings of devices, rifle using, safe depths of use of the given devices are given.*

**Keywords:** drilling, drill hole, crushing of rock, rifle, cartridge, ecology, safety precautions

скальных пород при бурении скважин с применением ружейного патрона. Исследование динамики процессов дробления пород в процессе работы устройств дробления и условий безопасности работы с предлагаемыми устройствами.

**Разработка конструкций.** Предложено три вида устройства с различными способами механической инициации-накола капсюля патрона (рис. 1–3). Все три принципа срабатывания – механические инерционные ударные в разном конструктивном исполнении. Возможно дополнительная втулка «патронник» как вкладыш в изделие. На рис. 1 и 3 срабатывание патрона неуправляемое моментальное, где сброс в скважину и накол – одна операция. Если изделие полетело вниз, то само сработает, ударившись патроном о каменное дно скважины.

Изделие на рис. 2 – устанавливаемого управляемого двухоперационного действия. Отдельно идёт установка, отдельно – накол капсюля. Изделие не сбрасывается, а медленно и аккуратно опускается. Изделие нужно поставить на дно, потом сбросить скользяще по верёвке вниз дополнительный груз на ударник накола патрона.

Устройство на рис.1 содержит: 1 – рым-болт; 2 – ударник-накольник; 3 – пружина сжатия; 4 – крепёжная наружная скоба; 5 – корпус изделия; 6 – ружейный патрон с пулевым зарядом; 7 – вкладыш. Рым-болт выполнен под трос или вытяжной шнур. Масса ударника-накольника 200 г. Наружная крепёжная скоба выполняет функцию ограничителя хода ударника на (M8-M12)x4 болта. Устройство применяется для ружейного патрона с пулевым зарядом или гладкоствольным «жаканом». Вкладыш представляет собой отрезок трубы 3/4', увеличивающего срок службы самого изделия. Его применение возможно, но не обязательное. Корпус изделия имеет массу 5–7 кг. Диаметр – относительный размер, определяется по месту и прочности на разрыв.

На данную разработку авторами получен патент [9].

На рис. 1 показано устройство, в котором капсюль накалывает ударник. При ударе о дно торцом изделия и его резком останове подпружиненный кинетический ударник по инерции продолжит движение в сторону капсюля, пока не наколёт его. Недостаток конструкции – критичность связи соотношений между собой жёсткости пружины, веса ударника и высоты сброса. Необходимо точнее сбалансировать величину кинетического удара: жёсткость пружины сжатия с весом ударника-накольника и скоростью удара изделия (высотой падения). Следует проверить касание ударника при холостом ударе без боевого патрона. Пружина может быть самостоятельного изготовления навивкой из подходящей проволоки. Нельзя допускать, чтобы в горизонтальном положении изделие было безопасное, а при ориентации вертикально в скважину оно могло бы сработать в руках из-за слабой пружины или большого веса ударника. Преимущество устройства заключается в том, что патрон скрыт внутри изделия, что обеспечивает безотказную работу, хорошую ремонтпригодность. Кончик ударника или весь ударник должен быть закалённым.

На рис. 2 показан патрон, в котором капсюль накалывает ударник через удар дополнительного груза. Изделие аналогично устройству на рис. 1, но совершенно не критично ни к жёсткости пружины, ни к высоте сброса, кроме веса сбрасываемого груза на ударник изделия. Пружина жёстче, чем во втором изделии, ударник лёгкий закалённый (вес ударника не играет роли), что обеспечивает большую без-

опасность. Вес сбрасываемого груза 0,5 – 0,8 кг. Изделие представляет собой шар диаметром  $d = 60$  мм, с отверстием  $d = 12-18$  мм, просверленным в середине. В отверстие пропущена верёвка, на которой спускают изделие, а потом по ней же груз, скользящий вниз. Для этого подходит отрезок полуметровой трубы  $3/4$  (зависит от диаметра используемой верёвки или шнура). После установки изделия на дно следует снизить на 100 – 150 мм натяжение верёвки, отведя её в сторону к стенкам скважины, освобождая осевой центральный накольник, затем сбросить груз. Недостаток данной конструкции в том, что она состоит из двух частей, т. е. затрачивается время на медленное опускание верёвки. Если в этом варианте утяжелить ударник, ослабить пружину и сбросить изделие, то оно сработает точно так же, как первый вариант (см. рис. 1), не считая того, что свободно вынимаемый ударник можно потерять вместе с пружиной.

В устройстве, показанном на рис. 3, ударников нет. Капсюль накалывает корпус изделия, или используются дополнительные сменные накольники. Патрон торцом выступает вперёд за пределы изделия (5–10 мм) и первым ударяется о дно, на него сверху надвигается корпус. При достижении каменного дна скважины выступающим торцом патрона изделие всем весом само продолжает инерционно наезжать на патрон, пока не надавит на капсюль центральным выступом-накольником. Преимущество такой конструкции – предельная простота, надёжность, минимальные стоимость и время изготовления (токарные работы). Недостаток проявляется в том, что от хлопков ожидается изнашивание центрального выступа накольника. В этом слу-

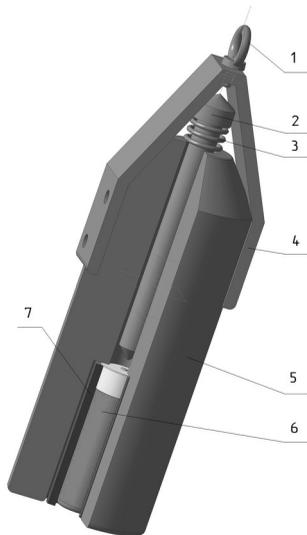


Рис. 1. Устройство дробления  
Fig. 1. Crushing unit



Рис. 2. Патрон с наколом дополнительным грузом  
Fig. 2. Cartridge with additional load

чае корпус заново протачивают на токарном станке изнутри со дна патронной полости, обновляя накольный выступ до нормальных размеров и формы. Или же можно изготовить и использовать сменные накольники на резьбе с большой площадью опоры, принимающей удар и сберегающей резьбу (рис. 4). Более предпочтительно выполнить рым-болт на резьбе, а не на сварке. Это обусловлено тем, что сварные швы (имеют в составе смесь разнородных металлов) плохо воспринимают ударную нагрузку, тем более мощные взрывные короткоимпульсные воздействия, а также вибрацию (хотя хорошо работают на сжатие или на разрыв).

В качестве недостатка третьей конструкции (см. рис. 3) можно отметить следующее: если выступающий патрон изделия попадает в дно воронки, до этого выбитой предыдущим зарядом, и не достаёт до дна, то изделие останавливается, патрон свободно выступает вперёд в пустоту, накола не будет. Следовательно, перед сбросом следует чуть присыпать скважину каменной крошкой, выровняв воронку, или патрон больше выдвинуть вперёд.

**Анализ и применение устройств.** Патрон в изделии стопорится подручным естественным материалом шириной в длину патрона.

Возможно применение вкладыша (рис. 5) из отрезка слесарной стальной трубы подходящего диаметра. Можно использовать отрезок по длине патрона, 1/2 'стальной трубы, подходящей к калибру патрона. Сработавший патрон непосредственно в изделии может «прихватить» (приварить) к стенкам из-за ударного расширения при срабатывании вследствие прочной адгезии и слипания поверхностей. Вкладыш выступает в роли «посредника» патронника и казённого как в обычном оружии, удерживающего гильзу от разрыва и разлёта. Гильза сработавшего в воздухе патрона, ничем не ограничиваемого, разрушится по всем направлениям. Вкладыш концентрирует, точнее и полнее ориентирует выброс вспышки и пули точно по оси, снижая боковой разброс и потерю энергии, точно так же как обычный ствол оружия сдерживает патрон, разгоняя пулю и ориентируя на мишень. Раздутия вкладыша не ожидается, как и особой «прихватки», при значительном отверстии калибра (слабый порох).

После проведенных работ все отработанные стальные части, обломки, извлекаются из скважины магнитом на верёвке. Обломки и остатки пластиковой гильзы извлекаются специальными лотками при бурении – желонками.

Удар накольника по капсюлю может разрушить и раздавить сам патрон, донную капсюльную часть, особенно весом всего изде-

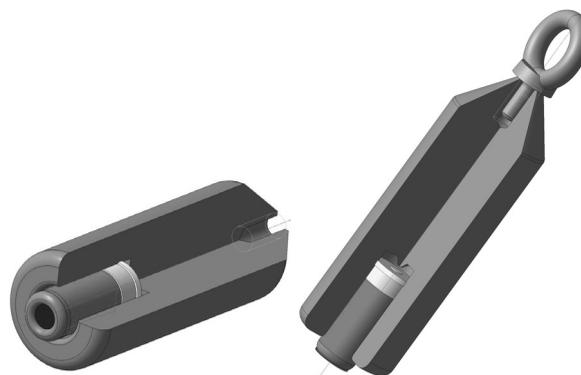


Рис. 3. Устройства с корпусом-ударником  
Fig. 3. Devices with hammer housing

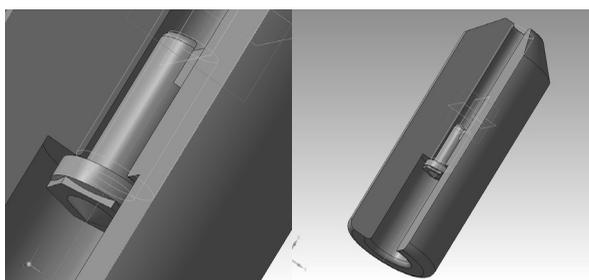


Рис. 4. Сменные ударники-штуки на резьбе  
Fig. 4. Replaceable Threaded Strikers

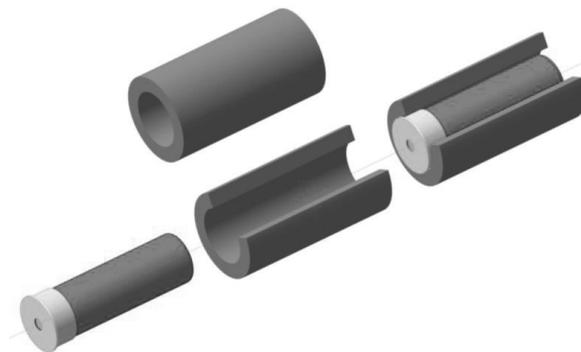


Рис. 5. Дополнительный вкладыш в изделие  
Fig. 5. Additional insert in the product

лия (см. рис. 1). Нормальный ружейный накол капсюля – около 2 мм, что соответствует норме. При срабатывании патрона вылетает пуля на дробление и создаёт зону мощного высокотемпературного переизбыточного газового давления, разрывающего породу. При работе ожидается разрушения гильзы патрона, что считается нормальным. Рабочая взрывная камера в виде замкнутого объёма, образованная расстоянием между дном скважины и торцом прилетевшего изделия, должна быть как можно меньше. При этом штатное полувзрывное горение пороха

перейдёт в более мощные полноценные взрывные характеристики с усиленным разрушением пород. Однако будет повышенный износ применяемых изделий, накольников.

Изготавливать изделия лучше всего в виде литой цилиндрической толстостенной формы (ствол) с тем же принципом инициации капсюля, а не трёх-четырёхрожковые с патроном внутри. Если патрон открыт на три-четыре стороны, то образуется боковой кольцевой выброс-расход энергии, что меньше всего нужно для обеспечения торцевого рабочего направления.

Заряд гильзы должен быть только пулевой, а не дробью. Кинетическое проникновение в глубину преграды цельной пули гораздо выше, чем дробин того же суммарного веса при одинаковой скорости. Кроме того, в облаке выброса дробины сталкиваются между собой, между ними продавливаются пороховые газы, переориентируют дробины, которые уже начинают работать на уничтожение друг друга, резко снижая общую рабочую кинетическую энергию начального импульса [10, 11].

В ружейном патроне пуля в основном обычная свинцовая, иногда бывает цилиндрическая стальная. Есть разница удара в скальную породу – сталью или свинцом, так как протекают разные физико-механические процессы разрушения материалов [10, 11]. Сталь работает по вектору силы и оси на максимальную глубину внедрения с минимальным образованием объёма бокового растрескивания породы. Свинец же в глубину не идёт – выбивает камеру с большим образованием объёма сетевого разлома и растрескивания породы. Стальная пуля форму ещё несколько сохраняет. Свинец при огромном давлении и большой температуре частично испаряется, становится жидким, как тяжёлая вода, при той же удельной плотности свинца. Свинцовый ударник начинает кинетически впрыскиваться в трещины, которые сам же образовал, расширяя их ещё больше и продолжая внедряться; проникает в микротрещины и затем, потеряв энергию, останавливается. В образовавшуюся сеть разрушений продолжают врываться пороховые газы, расширяя и растрескивая сеть ещё больше, и проникают дальше, пока полностью не израсходуется начальный рабочий кинетический импульс. Это позволяет выбрать то, что нужно – сталь или свинец, т. е. глубину или растрескивание, и на каком этапе проходки.

Есть ещё одна разница между применением стальной и свинцовой пули. Сталь – экологически чистый материал. Свинец – загрязняет скважины и породы свинцовыми металлическими брызгами, парами окиси свинца, свинцовым глетом. Далее идут химические реакции

остатков свинца с породами. Соли тяжёлых металлов свинца, меди отнесены к опасным для человека. Много обломков извлекается желонками вместе с породой, а то что останется, возможно удалить только длительной откачкой воды из скважины. Со временем ПДК концентрации свинца в почве и воде скважины снизится до нормы, затем и до нуля.

Диаметр изделия должен быть чуть меньше диаметра скважины, как поршень, создающий дополнительное подпорное давление во «взрывной камере», но не мешать свободному падению. Выступающие части – округлые.

Изделие по весу и инерции массы в момент срабатывания заряда и отдачи назад пороховыми газами не должно подскакивать внутри скважины, тем более вылетать наружу. Свободное падение массы при набранной предельной кинетической энергии, инерции массы, в момент срабатывания заряда работает как встречный мощный ударный подпор «рабочей зоны», превышающий энергию пороховой газовой отдачи. В этом отношении чем изделие тяжелее, тем лучше. Пороховые газы пойдут в почву стенок скважины, раздувая, раздвигая и уплотняя зону, дополнительно её растрескивая, что является нормой. Частично вторичные реакционные выбросы из рабочей зоны будут неизбежно прорываться вверх на выход между стенками изделия и скважины, что на больших глубинах проведения работ безопасно для человека. На рис. 6 показаны опасные величины по поражению человека на малых глубинах до слабых безопасных газовых выбросов на больших глубинах.

При проходке скважины применяется чередование видов работ. На один пиротехнический пробой породы нужно 5–15 ударов обычными долотами, проходя полопавшуюся растрескавшуюся часть, далее выбирается мелочь и крошка подборниками и желонками, пока работа не пойдёт вхолостую.

Объём одноразового пиротехнического дробления зависит от типа, твёрдости и плотности скальных пород, а также от калибра ружейного патрона, типа пулевого заряда, способа установки изделия и объёма рабочей «взрывной камеры» между дном скважины и торцом изделия, окружённого стенками скважины. Чем меньше объём, тем сильнее эффект.

Появление воды в скважине на боевое состояние патрона не повлияет. За слишком короткое время вода не успеет проникнуть в патрон и намочить порох, капсюль практически герметичен. Здесь можно предварительно смазать торец патрона с завальцованной пулей и капсюль вазелином, пластилином или жидкими маслами (машинным и т. п.). Нега-

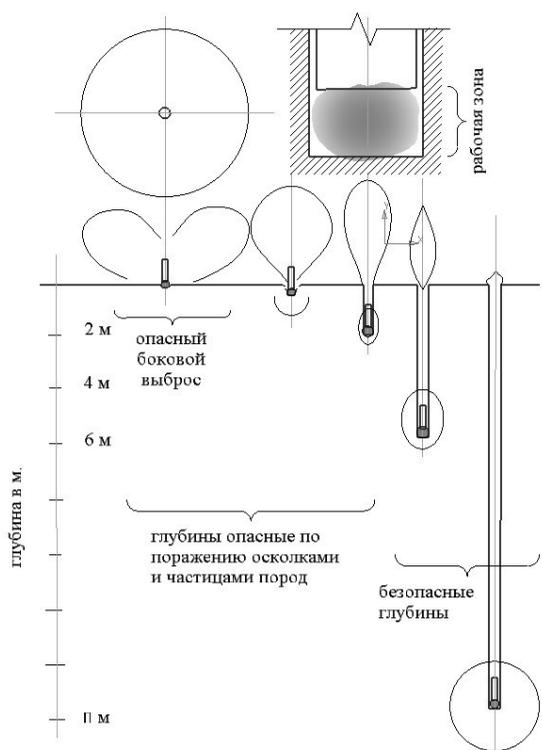


Рис. 6. Условия техники безопасности  
Fig. 6. Safety conditions

тивным эффектом будет, если изделие наберёт большую скорость, при ударе о «твёрдую воду» патрон сдвинется с места и задним ходом сам себя накроет об ударник, ещё не успев достигнуть дна. Для человека, находящегося наверху, это безопасно, но дробления не произойдёт, а будет гидравлическое усиленное разрушение боковых стенок. Тогда необходима предварительная откачка воды. (Хотя, следует отметить: где вода, там и бурение заканчивается, и тогда гидравлические удары начинают работать на пользу: не на вертикальную проходку, а на образование боковой зоны дополнительной водоприёмной сети дробления и растрескивание водоносных пород).

Примерный состав горизонтов пластов и их мощность в своём районе можно обнаружить на стенках естественных природных оползней, откосов, оврагов, размывов, естественной растительности, особенно старых лесов, или информацию о состоянии того, что расположено на глубинах до 25 метров, можно получить в геологических региональных службах.

На меловых породах применение устройств скорее всего не имеет смысла. Порода мягкая, на удар не работает, не образует такого сетевого растрескивания как породы твёрдые, хрупкие, колкие. Их проходят обычными долотами. Для взрывчатых веществ и порохов есть свойство: чем

твёрже преграда, тем они лучше работают. Для ориентировки: что ломом крошится – там применяется обычная проходка долотами; что надо долбить ломом (лом отскакивает, идут искры) – там применяется пиротехнический способ.

Обычные породы первых категорий чернозёмов – глины проходят обычными бурами различных типов, заводскими или самодельными. Проходят глину с известняковыми породами и вкраплением россыпи мелких известняковых камней, которые ещё можно выбирать, подборками, желонками. При упоре в скальные породы, в крупные негабариты применяют тяжёлые закалённые болванки-долота разной конфигурации, которые на верёвке сбрасываются сверху, образуя тяжёлые мощные кинетические ударники с набираемой скоростью свободного падения (обрезки рельс и т. п.).

**Рекомендации по технике безопасности.** Для обеспечения условий по технике безопасности рекомендуется применять изделия, начиная с глубины не менее двух метров, во избежание поражения человека возможными вылетевшими осколками, форсом газового выхлопа с мелкой дисперсией пород (рис. 6).

При работе с патроном и изделием, снаряжением, изделия нельзя никогда направлять пулевой стороной на себя – только капсюльной. Изделие на малых глубинах, до полутора метров, не должно вылетать из скважины.

**Выводы.** Изделие рекомендовано к использованию в основном в гражданском секторе. Разработка изделия направлена на повышение результативности при проведении самостоятельных работ по бурению скважин под колодцы. Показаны различные варианты изготовления конструкций изделия с использованием ружейного патрона для дробления скальных пород в скважине. Даны рекомендации по самостоятельному изготовлению оснастки и элементов изделия. Исследованы физико-механические процессы поведения изделия при проведении работ по бурению. Исследованы процессы дробления при бурении скважины. Даны рекомендации по технике безопасности при использовании изделия и соблюдению экологической безопасности окружающей среды.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башкатов Д.Н., Коломиец А.М., Зайцев Б.И. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду. М.: ООО «РИЦ Ариадна», 2021. 664 с.
2. Хайн Норман Дж. Геология, разведка, бурение и добыча нефти. М.: Олимп-Бизнес, 2023. 746 с.
3. Yin G., Guangzhi Yin, Dalay Shang, Minghui Li. Permeability Evolution and Mesoscopic Cracking

Behaviors of Liquid // Powder Technology. Elsevier. 2019. N. 325. 120 p.

4. Chen S., Tang D., Tao S., Yang Y., Chen L. Current Status and Key Factors for Coalbed Methane Development with Multibranch Horizontal Wells in the Southern Qinshui Basin of China // Energy Sci Eng. 2019. 210 p.

5. Бизюков Н.В. Нефтегазовое дело: бурение скважин. Красноярск: СФУ, 2017. 130 с.

6. Boll P. Drilling wells for water. SKAT. 2001. 76 p.

7. Пороховой монтажный пистолет. Патент RU №2191104, U1 МПК F42B 5/145, опубл. 20.10.2002 г. / Е.М. Аксёнов, Н.М. Пушкин, Н.В. Упиров (РФ)

8. Скважина на воду: виды и способы обустройства на участке своими руками [Электронный ресурс]. URL:<https://ria.ru/20230321/skvazhina-1859621530.html> (дата обращения: 15.07.2024).

9. Устройство дробления скальных пород с применением ружейного патрона при бурении колодезных скважин. Патент RU № 211405 U1, МПК F41H 1/02, опубл. 03.06.2022 г. / И.В.Захаров, С.Е. Алексенцева (РФ)

10. Алексенцева С.Е., Захаров И.В. Процессы кинетики, деформации и разрушения при высокоскоростном ударе и бронепробитии. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. 98 с.

11. Алексенцева С.Е., Захаров И.В. Экспериментальный комплекс организации и проведения контрольного отстрела огнестрельного оружия. Курск: Университетская книга, 2021. 100 с.

## REFERENCES

1. Bashkatov D.N., Kolomiets A.M., Zaitsev B.I. *Spravochnik po bureniju i oborudovaniju skvazhin na vodu* [Handbook for Drilling and Equipping Water Wells]. Moscow, LLC RIC Ariadna, 2021. 664 p.

2. Hein Norman J. *Geologija, razvedka, burenie i dobycha nefi* [Geology, Exploration, Drilling and Oil Production]. Moscow, Olympe-business, 2023. 746 p.

3. Yin G., Guangzhi Yin, Dalay Shang, Minghui Li. Permeability Evolution and Mesoscopic Cracking Behaviors of Liquid. Powder Technology. Elsevier. 2019. N. 325. 120 p.

4. Chen S., Tang D., Tao S., Yang Y., Chen L. Current Status and Key Factors for Coalbed Methane Development with Multibranch Horizontal Wells in the Southern Qinshui Basin of China. Energy Sci Eng. 2019. 210 p.

5. Bizjukov N.V. *Neftegazovoe delo: burenie skvazhin* [Oil and gas drilling engineering through English]. Krasnoyarsk, SFU, 2017. 130 p.

6. Boll P. Drilling wells for water. SKAT. 2001. 76 p.

7. Aksyonov E.M., Pushkin N.M., Upirov N.V. *Porohovoj montazhnyj pistollet* [Powder mounting gun]. Patent RF, no. 2191104, 2002.

8. Water well: types and methods of development on the site by hand. Available at: <https://ria.ru/20230321/skvazhina-1859621530.html> (accessed 15 July 2024).

9. Zakharov I.V., Aleksentseva S.E. *Ustrojstvo droblenija skal'nyh porod s primeneniem ruzhejnogo patrona pri bure-nii kolodeznych skvazhin* [Rock crushing with the use of a gun cartridge when drilling well holes]. Patent RF, no. 211405. 2022.

10. Aleksentseva S.E., Zakharov I.V. *Processy kinetiki, deformacii i razrushenija pri vysokoskorostnom udare i broneprobittii* [Processes of kinetics, deformation and destruction during high-speed impact and armor penetration]. Samara, Samara State Technical University, 2016. 98 p.

11. Aleksentseva S.E., Zakharov I.V. *Jeksperimental'nyj kompleks organizacii i provedenija kontrol'nogo otstrela ognestrel'nogo oruzhija* [Experimental complex for organizing and conducting control firing of firearms]. Kursk, University Book, 2021. 100 p.

Об авторах:

### АЛЕКСЕНЦЕВА Светлана Евгеньевна

доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры технологии твердых химических веществ

Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: [alekswave@yandex.ru](mailto:alekswave@yandex.ru)

### ALEKSENTSEVA Svetlana Ev.

Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor,

Professor of the Solid Chemical Technology Chair

Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: [alekswave@yandex.ru](mailto:alekswave@yandex.ru)

### ЗАХАРОВ Игорь Владиславович

ведущий инженер кафедры технологии твердых химических веществ

Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

### ZAHAROV Igor V.

Lead Engineer of the Solid Chemical Technology Chair

Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Для цитирования: Алексенцева С.Е., Захаров И.В. Разработка метода бурения простых и артезианских скважин, колодезных устройств при прохождении сложных и скальных пластов породы путём дробления скальных пород с применением ружейного патрона // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 4. С. 53–59. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.08.

For citation: Aleksentseva S.E., Zakharov I.V. Development of simple and artesian drilling method wells, well devices during passage complex and rocky rock formations by rock crushing with gun cartridge. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 4, pp. 53–59. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.08.