

УДК: 621.01

Абидов А. О., докт. техн. наук, профессор  
abidov\_65@mail.ru

Исманов О. М., ст. преподаватель  
oturbek22@mail.ru

ОшГУ им. М. М. Адышева, Кыргызстан

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРФОРАТОРА С УДАРНО – ПОВОРОТНЫМ МЕХАНИЗМОМ

*В данной статье рассмотрены вопросы лабораторных испытаний перфоратора с ударно-поворотным механизмом, целью которых являются определение его функциональной работоспособности и оценка загруженности отдельных деталей и узлов ударного и поворотного механизмов и всего перфоратора в целом.*

*При проведении лабораторных испытаний перфоратора для приближения режимов работы к эксплуатационным его работа чередовалась перерывами.*

*Результаты лабораторных испытаний подтвердили функциональную работоспособность опытного образца перфоратора с ударно-поворотным механизмом и позволили сформулировать основные на данный момент задачи повышения его эксплуатационной надежности.*

*На основе результатов лабораторных испытаний электромеханического перфоратора разработаны рекомендации по усовершенствованию конструкции элементов перфоратора, в частности, рекомендована новая конструкция вал-кривошипа поворотного механизма перфоратора, позволяющая увеличить ресурс работы данного элемента.*

**Ключевые слова:** электромеханический перфоратор, лабораторные испытания, испытательный стенд, коромысла, волновод, кривошипный вал.

Абидов А. О., тех. илим. докт., проф.  
abidov\_65@mail.ru

Исманов О. М., ага окутуучу  
oturbek22@mail.ru

М. М. Адышев ат. ОшГУ, Кыргызстан

## ТАЖРЫЙБА ҮЛГҮСҮНДӨГҮ УРУП-БУРУЛУУЧУ МЕХАНИЗМДҮҮ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКАЛЫК ПЕРФОРАТОРДУН ЛАБОРАТОРИЯЛЫК СЫНООСУ

*Макалада уруп-бурулуучу механизмдүү электромеханикалык перфоратордун лабораториялык сыноо маселелери талкууланат, анын максаты болуп функционалдык көрсөткүчтөрүн аныктоо, урма жана бурулуучу механизмдердин айрым бөлүктөрүнүн жана бүтүндөй перфоратордун иш жүгүн баалоо саналат.*

*Иш режимдерин эксплуатациялык режимдерге жакындатуу үчүн перфоратордун лабораториялык сыноолорун жүргүзүүдө анын иши тыныгуулар менен алмашып турат.*

*Лабораториялык сыноолордун натыйжалары тажрыйба үлгүсүндөгү урун-бурулуучу механизмдүү электрмеханикалык перфоратордун тажрыйбалык үлгүсүнүн функционалдык көрсөткүчтөрүн ырастады жана анын эксплуатациясынын ишенимдүүлүгүн жогорулатуу боюнча азыркы учурда негизги милдеттерди белгилөөгө мүмкүндүк берди.*

*Электрмеханикалык перфоратордун элементтерин лабораториялык сыноолордун жыйынтыгынын негизинде перфоратордун элементтеринин конструкциясын өркүндөтүү боюнча сунуштар иштелип чыкты, атап айтканда, перфоратордун бурулуу механизмдин ийри муунак октолгоочунун жаңы конструкциясы сунушталды, ал бул элементтин кызмат мөөнөтүн көбөйтүүсү мүмкүн.*

**Өзөкт үү сөздөр:** *электрмеханикалык перфоратор, лабораториялык сыноолор, сыноочу стенд, термелгич, толкун өткөргүч, ийри муунак октолгооч.*

*Abidov A. O., doctor of technical sciences, professor  
abidov\_65@mail.ru*

*Ismanov O. M., senior lecturer at  
Osh Technological University M. M. Adysheva,  
omurbek22@mail.ru, Kyrgyzstan*

## **LABORATORY TESTING OF A PROTOTYPE OF ELECTROMECHANICAL PERFORATOR WITH IMPACT - TURNING MECHANISM**

*This article discusses the issues of laboratory testing of a perforator with a shock-swivel mechanism, the purpose of which is to determine its functional performance and assess the workload of individual parts and assemblies of the percussion and rotary mechanisms and the entire perforator as a whole.*

*When conducting laboratory tests of the perforator to bring the operating modes closer to operational ones, its work alternated with breaks.*

*The results of laboratory tests confirmed the functional performance of a prototype perforator with a shock-rotary mechanism and made it possible to formulate the main, at the moment, tasks of improving its operational reliability.*

*Based on the results of laboratory tests of an electromechanical hammer drill, recommendations were developed for improving the design of the elements of the hammer drill, in particular, a new design of the shaft - crank of the rotary hammer rotary mechanism was recommended, which makes it possible to increase the service life of this element.*

**Keywords:** *Electromechanical perforator, laboratory tests, test stand, rocker arms, waveguide, crank shaft.*

Любая машина проходит ряд испытаний для подготовки ее к промышленной серии. В этом смысле для ударных машин проведение испытаний имеет важное значение, так как элементы и опоры звеньев этих машин подвержены динамическим нагрузкам, которые отрицательно влияют на продолжительность ее работы. Поэтому при разработке и создании ударных машин обычно проводят как лабораторные, так и промышленные испытания.

Разработанный перфоратор с ударно-поворотным механизмом с целью определения уязвимых звеньев и опор подвержены лабораторным испытаниям.

Целью лабораторных испытаний перфоратора с ударно-поворотным механизмом является определение его функциональной работоспособности и оценка загруженности отдельных деталей и узлов ударного и поворотного механизмов и всего перфоратора в целом.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи лабораторных испытаний:

- разработка методики проведения лабораторных испытаний;
- разработка и создание испытательного стенда;
- проведение лабораторных испытаний;
- определение путей совершенствования конструкции перфоратора.

Лабораторному испытанию был подвергнут электромеханический перфоратор с ударно-поворотным механизмом со следующими расчетными характеристиками:

- энергия удара, 30 Дж;
- частота ударов, 16 Гц;
- диаметр бурения, 22 мм;
- номинальная мощность электродвигателя 1200 Вт.

Лабораторные испытания проводились на стенде, схема которого показана на рисунке 1. Он состоит из стойки 1, электромеханического перфоратора 2, жестких хомутов крепления 3 и опоры 4.

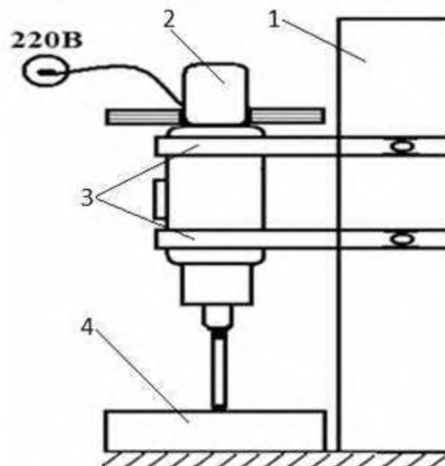


Рисунок 1. Испытательный стенд  
1 - стойка; 2 –электромеханический перфоратор;  
3 - жесткие хомуты; 4 - опора

При проведении лабораторных испытаний перфоратора для приближения режимов работы к эксплуатационным его работа

чередовалась перерывами. При этом на различных этапах испытаний время работы и перерывов были различными (таблица 1).

Условия лабораторных испытаний перфоратора с ударно-поворотным механизмом приведены в таблице 1.

Таблица 1. Условия лабораторных испытаний перфоратора.

| № п/п | Наименование параметров                         | 1-й этап | 2-й этап |
|-------|---|----------|----------|
| 1.    | Продолжительность безостановочной работы, мин   | 2-3      | 4-7      |
| 2.    | Перерывы между включениями перфоратора, мин     | 5        | 5        |
| 3.    | Общая продолжительность работы перфоратора, мин | 30       | 60       |

Через каждые 30 мин. непрерывной работы, перфоратор снимался со стенда, проводился его осмотр и регистрация изменений технического состояния элементов и деталей, техническое обслуживание перфоратора, т.е. крепление соединений, смазка трущихся поверхностей и т.д.

Следует отметить, что условия работы перфоратора на стенде более жесткие, так как, во-первых, жесткое закрепление перфоратора на стенде, во-вторых, более жесткая опора по сравнению с реальными обрабатываемыми материалами (асфальт, прочные грунты и т.д.). В этих условиях динамические нагрузки, действующие на детали перфоратора весьма, значительные, что позволяет быстрее выявить отказы в его работе, которые могут возникнуть при эксплуатации перфоратора.

На первом этапе лабораторных испытаний после осмотра корпусных частей перфоратора выявили следующее: вышли из строя подшипники качения № 201, монтируемые в коромысло ударного узла МПС. При этом сепараторы подшипников раскололись на две части. Кроме того, в коромысле из-за косога удара смято посадочное место бойка, и он выпал (рисунок 2). Нижнее посадочное отверстие основного корпуса имеет отклонение от номинальных размеров. Результаты косога удара отразились на детали, размещенной во вспомогательном корпусе. При этом торцевая часть волновода по кругу раскрошилась небольшими осколками, и волновод вышел полностью из строя (рис. 2). В деталях храпового механизма и в его сопряженных участках к вспомогательному корпусу поломок и нарушений не обнаружено.

На втором этапе лабораторных испытаний, характеризующимся большим временем безостановочной работы перфоратора (см. табл. 1), отмечены случаи отвинчивания винтов 10 с резьбой М3 крышек 13 подшипникового узла коромысла. Замена этих винтов на болты М6 и установка под болты граверных шайб позволила в дальнейшем полностью

исключить случаи ослабления крепления крышки.

Во время разборки поворотного механизма также была обнаружена поломка пальца кривошипного вала. Причиной поломки является особое соединение, которое не выдерживает циклические нагрузки. В течение 2 часов 47 минут испытаний перфоратора гнездо пальца кривошипного вала пришло в непригодность, палец выскочил из гнезда (рис. 3). При анализе угловых скоростей элементов перфоратора по результатам математического моделирования были выявлены динамические амплитуды колебаний угловой скорости третьего звена – кривошипного вала кривошипно-коромыслового механизма поворотного узла. Результаты лабораторных испытаний опытного образца доказали эти выводы, получение по результатам исследования по математической модели. Также выявлены нарушения в поворотном цикле.



Рисунок 2. Поломки коромысла и волновода опытного образца перфоратора



Рисунок 3. Поломка кривошипного вала перфоратора.

Затем был принят другой вариант, где палец и кривошипный вал предлагалось изготавливать как одно целое. Дальнейшая работа перфоратора с предложенной конструкцией пальца и кривошипного вала показали правильность принятого решения и оставались работоспособными. В дальнейших лабораторных испытаниях нарушение работоспособности предложенной конструкции не наблюдалось, таким образом, предложенный вариант конструкции пальца и кривошипного вала был рекомендован к изготовлению.

При работе перфоратора также наблюдался нагрев деталей ударного механизма и корпуса, причиной которого, видимо, было наличие трения в соприкасающихся поверхностях деталей. Для уменьшения трения между коромыслом и шатуном был обеспечен зазор между ними. На этом же этапе лабораторных испытаний опытного образца перфоратора был зафиксирован значительный нагрев коромысла и корпуса ударного механизма. Через 30 мин непрерывной работы корпус нагревался до температуры 70-80<sup>0</sup> С, а коромысло - до 100<sup>0</sup> С и выше.

Было выявлено, что значительный нагрев происходит из-за длительной безостановочной работы, не характерной для условий эксплуатации данного перфоратора.

Лабораторные испытания перфоратора и визуальное наблюдение за его работой показывают наличие вибрации перфоратора, которая сравнительно такая же, как и во многих эксплуатируемых на производстве перфораторов.

Результаты лабораторных испытаний подтвердили функциональную работоспособность опытного образца перфоратора с ударно-поворотным механизмом и позволили сформулировать основные, на данный момент, задачи повышения его эксплуатационной надежности. Эти задачи следующие:

- уменьшение нагрева деталей ударного механизма за счет уменьшения трения в кинематических парах и устранение трения между коромыслом и шатуном;

- уменьшение динамических нагрузок на опоры коромысла.

Решение этих задач требует дальнейшего проведения исследований динамики ударного и поворотного механизмов и поиск рациональных конструкторских решений, позволяющих устранить выявленные недостатки.

Также на основе результатов лабораторных испытаний и анализа процесса поломки деталей опытного образца перфоратора, выявлено следующее:

1. Стяжные болты из-за отсутствия стопора отвинчивались. Это приводило к разрушениям частей перфоратора. В испытуемом варианте перфоратора стяжные болты корпусных частей имели резьбу М16 с нормальным шагом, которые из-за большого шага способствовали быстрому разделению. Поэтому в следующих вариантах перфораторов предложено использовать такие же болты резьбой М16, но с мелким шагом, т.е. М16х1,5, причем обязательным их стопорением;

2. Корпусные части перфоратора изготавливаются из листового проката, собираемые путем сварки. В процессе сварки металл корпуса нагревается и тем самым теряются некоторые свойства металла. Нагретые места стенок корпуса практически становятся неустойчивыми к циклическим нагрузкам. В связи с этим, было предложено в конструкциях втулок для оси коромысла использовать ребра жесткости. Также необходимо вести работу по изготовлению корпуса перфоратора литьем, что увеличило бы его прочность и виброустойчивость.

Таким образом, вышеперечисленные недостатки в конструкции перфоратора необходимо учитывать при их совершенствовании для серийного изготовления.

**Литература:**

1. Абидов А. О. Математическая модель электромеханического перфоратора с ударно-поворотным механизмом [Текст] / А. О. Абидов, О. М. Исманов // Научный журнал. Бюллетень науки и практики. - Нижневартовск, 2019. – Том 5. №5. - С. 233- 240.
2. Абидов А. О. Электромеханический перфоратор с ударно-поворотным механизмом [Текст] / А. О. Абидов, О. М. Исманов // Сб. ст. по матер. LVIII межд. науч.-практ. конф. «Технические науки – от теории к практике». - Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2016. - №5(53). - С. 128 -134.
3. Исманов О. М. Ручные перфораторы с ударно-поворотным механизмом новое направление в области создания машин на основе механизмов переменной структуры [Текст] / О.М. Исманов // Научно-технический журнал. Машиноведение. – Бишкек, 2017. – №1(5). - С. 3 -11.
4. Исманов О. М. Методика экспериментальных исследований электромеханического перфоратора с ударно-поворотным механизмом [Текст] / О. М. Исманов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2015. – №1. – С. 48 – 52.