

1st International Conference - Reliability and Durability
of Machines and Machinery Systems in Mining
1986 JUNE 16-18 SZCZYRK, POLAND

Александр Дмитриевич КОСТИЛЕВ

Евгений Павлович РУСИН

Институт горного дела Сибирского отделения АН СССР
Новосибирск, СССР

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ И БЕЗОТКАЗНОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ МАШИН
(НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ)

Резюме. В статье рассматриваются конструктивные принципы и решения, позволяющие повысить надежность и ресурс работы импульсных машин при их проектировании. Приведены конкретные конструкции, созданные на основе этих принципов и указан достигаемый эффект по увеличению надежности и долговечности.

В Институте горного дела СО АН СССР успешно развивается научное направление, связанное с созданием пневматических импульсных вибрационных и ударных машин для горного дела, строительства и других отраслей индустрии. Эти машины предназначены для работы в тяжелых условиях: при действии ударных нагрузок, во влажных, запыленных средах, под землей и т.д., что предопределяет большое количество факторов, способствующих возникновению отказов и одновременно большую трудоемкость, а часто и невозможность ремонта или замены машины. Поэтому требование высокой надежности и долговечности выдвигается на первый план.

Накопленный в институте опыт дал возможность выявить проверенные на практике конструктивные решения и принципы, повышающие безотказность и ресурс работы машин и используемые уже на стадии конструирования и выполнения рабочих проектов. К наиболее общим принципам относятся следующие:

- максимальное упрощение конструкции, исключение сварных и резьбовых соединений и упрощение конфигурации деталей, подверженных ударным нагрузкам, исключение концентраторов напряжений (отверстий, каналов, острых кромок) в этих деталях;
- выбор простейшей схемы воздухораспределения, пусть даже не самой выгодной с точки зрения выходных показателей, таких, как удельный расход воздуха, удельная ударная мощность и т.д.;

- изолирование воздухораспределительных механизмов от ударных нагрузок.

Кроме использования общих принципов, при разработке каждого конкретного образца применяются специфические конструктивные решения, присущие данному классу машин, например, манжетно-клапанным вибратором (МКВ).

Эти машины настолько просты, что могут быть изготовлены в обычной механической мастерской. Они надежны, имеют большой срок службы, легко поддаются ремонту, не чувствительны к условиям эксплуатации: могут работать в условиях повышенной влажности и запыленности, даже если абразивный материал, например, песок, попадет в воздухоподводящую магистраль, это не приведет к остановке машины или её поломке.

Принципиальным отличием МКВ от других подобных устройств является использование в качестве воздухораспределительного элемента эластичной мембраны (манжета-клапан), поэтому взаимно-трущиеся детали отсутствуют. Мембрана вырезается из куска обычной транспортерной ленты. Большинство других деталей может быть изготовлено из стального листа при помощи автогена.

Характерным примером является использование МКВ в качестве привода вибропитателя "Ермак", схема которого представлена на рис. 1. "Ермак" предназначен для выпуска руды из дучек и рудоспусков.

Вибропитатель состоит из рабочей площадки, изготовленной из стального листа и установленной на опорах под выпускным отверстием с наклоном к горизонту в 12-20°. Под ней установлен вибровозбудитель, представляющий собой массивный ударник, опирающийся на манжету-клапан. Манжета образует между ударником и корпусной плитой силовую камеру, сообщенную с источником сжатого воздуха. В процессе работы ударник наносит удары как по рабочей площадке, так и по корпусной пластине. При питании сжатым воздухом при давлении 0,4 - 0,5 МПа и расходе до 5 м³/мин вибропитатель развивает производительность до 400 тонн руды в час. "Ермаки" широко применяются на горных предприятиях цветной металлургии. По сравнению с вибропитателями, имеющими электрический привод, их наработка на отказ выше в 3-5 раз, а в долговечность - не менее, чем в 5 раз.

Успешно решена проблема расширения скважин, буримых по высокотвердым породам крепостью 14-16 единиц по шкале Протодыконова. Для этого создан класс пневмоударных расширителей РС: РС 220, РС 250, РС 280 и РС 330 (цифры указывают диаметр расширенной скважины). Использованные при их разработке специфические конструктивные решения, повышающие надежность и технический ресурс, свелись к следующему:

- все 3 ударных механизма расширителя размещены в одном цельном корпусе, что исключает необходимость скрепления вместе 3-х корпусов (рис. 2);
- обеспечено синхронное нанесение ударов, что уменьшает поперечные колебания корпуса и гарантирует равномерную нагрузку на каждую буровую коронку. Устраивается и захлинивание расширителя при бурении;

- предусмотрена система блокировки, прекращающая работу ударных механизмов при уменьшении осевого усилия подачи. Этим исключается нанесение ударов по корпусу расширителя;
- динамические нагрузки на буровой станок, став штанг и буровые коронки снижены путем применения виброзолятора;
- головные части буровых коронок устроены так, что после износа внешних породоразрушающих элементов (твердосплавных штырей), отрабатывающих контур скважины, коронки поворачивают на 180° и продолжают проходку, используя свежие элементы противоположной стороны.

В настоящее время долговечность расширителя РС 330, обеспечивающего расширение 155 - миллиметровой скважины до диаметра 330 мм со скоростью 2-3 м/час, составляет 500-600 м скважин.

Характерным примером реализации общих принципов являются пневмопробойники (рио. 3), применяемые для пробивания скважин в уплотняемых грунтах и забивания в грунт труб при осушении бортов карьеров, бестраншейной прокладке подземных коммуникаций и т.д. Специфическая особенность конструкции пневмопробойников - использование корпуса машины в качестве рабочего органа, воспринимающего ударные импульсы и передающего их грунту. Кроме продольных ударов, корпус подвергается различного рода изгибам при работе в неоднородных грунтах, особенно, при наличии крупных твердых включений. Таким образом, необходима высокая жесткость и прочность корпуса. Это обеспечено использованием профильной бесклапанной системы воздухораспределения с дифференциальным поршнем-ударником и одной управляемой камерой, что позволило сохранить корпус цельным, без каналов, а кроме того, в 4-5 раз уменьшить количество деталей. Наличие неуправляемой камеры, постоянно связанной с магистралью сжатого воздуха, позволяет осуществлять надежный запуск машины, находящейся в скважине, в любом пространственном положении. Воздухораспределительный элемент - ступенчатый патрубок-изолирован от действия ударных нагрузок при помощи резинового амортизатора.

Комплекс этих мер обеспечил повышение долговечности, по сравнению с первыми образцами пневмопробойников "Крет" (ПНР) и "Гофер" (США), более, чем на порядок.

Ресурс серийно выпускаемых пневмопробойников ИП4605, ИПЧ603 и других составляет 600 часов.

Перечень примеров может быть продолжен, но он лишь будет иллюстрировать уже сказанное.

Естественно, что кроме оригинальных решений, применяются стандартные способы повышения надежности и долговечности, которые хорошо известны: устранение концентраторов напряжений, использование легированных сталей с высокой ударной вязкостью, поверхностная пластическая деформация и т.д.

Несмотря на достигнутые результаты, проблемы повышения надежности и долговечности импульсных машин на этапах проектирования нельзя считать окончательно решенной. Во-первых, потому что не исключается возможность дальнейшего совершенствования, а, во-вторых, из-за появления все новых классов ма-

шин, требующих собственного подхода. Ученые института продолжают заниматься проблемой и следующим шагом к её решению будет создание методики и оборудования для проведения ускоренных испытаний импульсных машин на надежность и долговечность.

Recenzent: Prof. dr inż. Włodzimierz SIKORA

Wpłynęło do Redakcji: luty 1986 r.

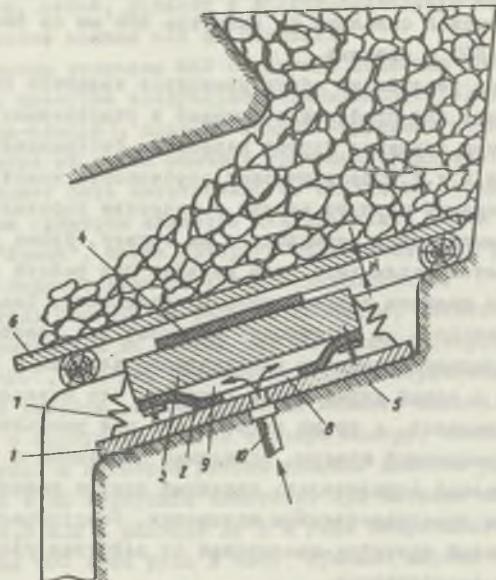


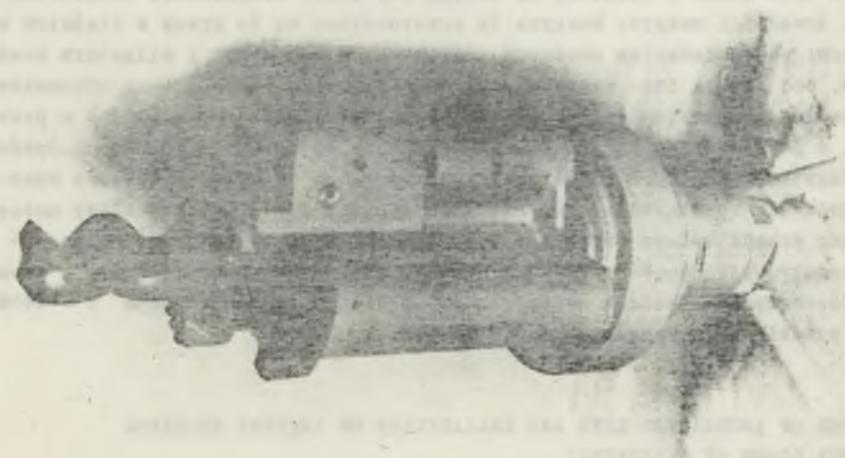
Рис. 1. Схема вибропитателя "Ермак" с манжетно-клапанным приводом
 1 - основание вибратора, 2 - резиновая мембрана (манжета-клапан), 3 - ударник, 4 - резиновая прокладка, 5 - почва выработки, 6 - рабочая площадка вибропитателя, 7 - пружины, 8 - уплотнительная кромка мембранны, 9 - силовая камера, 10 - шланг

Rys. 1. Schemat wibratora "Ermak" z napędem membranowym

1 - podstawa wibratora, 2 - membrana gumowa, 3 - bijak, 4 - podkładka gumowa, 5 - spąg wyrobiska, 6 - płyta robocza wibratora, 7 - sprężyny, 8 - uszczelniający krążek membrany, 9 - przestrzeń robocza, 10 - przewód



Рис. 2. Общий вид расширителей скважин РС-330 (а) и РС-220 (б)
Rys. 2. Ogólny widok poszerzacz do otworów RS-330 (a) i RS-220 (b)



а)

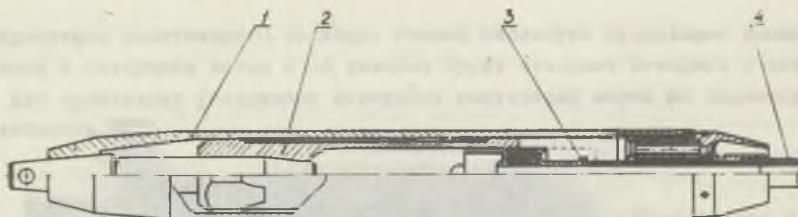


Рис. 3. Пневмопробойник СО-134

1 - корпус, 2 - ударник, 3 - воздухоподводящий патрубок, 4 - шланг

Rys. 3. Przebijak pneumatyczny SO-134

1 - корпус, 2 - bijak, 3 - króćiec wlotowy, 4 - przewód

METODY PODWYŻSZENIA TRWAŁOŚCI I NIEZAWODNOŚCI MASZYN IMPULSOWYCH (NA ETAPIE PROJEKTOWANIA)

S t r e s z c z e n i e

W pracy rozpatrywane są konstrukcyjne zasady i rozwiązania pozwalające podwyższyć poziom niezawodności i trwałości maszyn impulsowych przy ich projektowaniu. Przedstawiono konkretne konstrukcje powstałe przy uwzględnieniu tych zasad i wskazano na osiągnięty efekt zwiększenia niezawodności i trwałości maszyn. Maszyny te przeznaczone są do pracy w ciężkich warunkach: pod działaniem obciążen uderowych, w zapylonym i wilgotnym środowisku, pod ziemią itp. Nagromadzone doświadczenia pozwalają na sformułowanie zasad i przedstawienie rozwiązań konstrukcyjnych sprawdzonych w praktyce, a podwyższających trwałość i niezawodność maszyn impulsowych. Oprócz wykorzystania ogólnych zasad przy konstruowaniu konkretnej maszyny wykorzystuje się rozwiązania konstrukcyjne specyficzne dla danej klasy maszyn. W pracy przedstawiono przykłady wykorzystania tych zasad przy opracowaniu konstrukcji napędu wibratora, nowego typoszeregu poszerzaczego do otworów wierconych w skałach zwięzłych (o wskaźniku Protodiakonowa $f = 14 \pm 16$) oraz przebijaka o napędzie pneumatycznym.

METHODS OF INCREASING LIFE AND RELIABILITY OF IMPULSE MACHINES (AT THE STAGE OF DESIGNING)

S u m m a r y

The paper discusses constructional principles and solutions which increase the level of reliability and life of impulse machines. Some constructions designed according to these principles are described and the effect of the increase in reliability and life of machines is presented.

Those machines are designed to work in difficult conditions: under the influence of shock load, in dusty and humid environment, underground etc. Principles for constructing machines of increased reliability and life have been formulated on the basis of gathered observations. Apart from general principles constructional solutions specific for a given class of machines are used. The paper presents some examples of the use of those principles for working out the construction of a vibrator's drive, and a punch of pneumatic drive.