

УДК 666.97.033.16

С. Л. Букин, канд. техн. наук, проф.

Донецкий национальный технический университет, ДНР

Тел./Факс: +38 (062) 3010747; E-mail: s.bukin08@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ В ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

В статье приведен анализ основных способов крепления деталей и сборочных единиц вибрационных машин. Установлено, что к наиболее прогрессивным элементам крепления машин с высокой интенсивностью знакопеременных нагрузок относятся неразъёмные штифтовые соединения с обжимным кольцом. Они начали активно применяться за рубежом более 70 лет назад. В странах СНГ такие элементы крепления распространения не получили. Рассмотрена конструкция штифтового соединения с обжимным кольцом, технология его установки. Выделены основные достоинства и недостатки таких элементов крепления.

Ключевые слова: вибрационная машина, неразъёмное соединение, детали машин, штифт, обжимное кольцо, инструмент, технология сборки, преимущества.

S. L. Bukin

USE PROGRESSIVE ELEMENTS MOUNTING DETAILS AND ASSEMBLY UNITS IN THE TECHNOLOGY ASSEMBLY VIBRATION MACHINES

The article gives analysis of the main ways fixing parts and assembly units of vibrating machines. It is established that the most progressive elements of fastening machines with high intensity of alternating loads are permanent pin connections with a crimping ring. They began to be actively used abroad more than 70 years ago. In the Union Independent States Countries such fastening elements distribution have not received. The design pin connection with crimp ring and technology installation is considered. The main advantages and disadvantages of such fastening elements are singled out.

Keywords: vibrating machine, non-detachable connection, machine parts, pin, crimping ring, tool, assembly technology, advantages.

1. Введение

Вибрационные машины находят широкое применение во многих отраслях промышленности для выполнения разнообразных технологических задач. В частности в горной промышленности используются различные типы грохотов, питателей, конвейеров, сепараторов, дробилок, мельниц.

Существенной особенностью работы вибрационных машин является значительное количество циклов нагружений, которые воспринимаются элементами их конструкций за период эксплуатации [1], следствием чего является усталостное разрушение наиболее нагруженных деталей или сборочных единиц машины.

2. Основное содержание и результаты работы

Надёжность и долговечность вибрационной машины во многом зависят от используемых элементов крепления её деталей и сборочных единиц. Ещё недавно сборка неразъёмных соединений в деталях и сборочных единицах вибрационных машин производилась при помощи сварки, а также клёпанных и резьбовых соединений.

Основными способами сварки деталей вибромашин являются электродуговая ручная, полуавтоматическая и автоматическая сварка с преобладанием дуговой сварки в среде защитных газов. Однако применение электродуговой сварки приводит к внутренним термическим напряжениям в деталях машин, которые суммируясь с напряже-

ниями, создаваемыми при сборке, а также с динамическими напряжениями, возникающими при работе машины, резко снижают усталостную прочность. Известные меры по повышению долговечности конструкции (например, снятие термических напряжений посредством отжига 1-го рода) для металлоконструкций с большими габаритами могут создавать трудности при реализации такого процесса. Поэтому, при создании вибрационных машин стремятся предельно ограничивать использование электродуговой сварки для соединения деталей.

Элементы металлоконструкций вибромашин не так давно в основном соединялись при помощи заклёпок или высокопрочных болтов, изготовленных из легированных сталей и прошедших термообработку.

Заклёпочные соединения, даже выполненные по традиционной вековой технологии, в большинстве случаев оказываются невысокого качества, что обусловлено многими факторами: выбором длины заклёпки и температуры её нагрева, профессионализмом клёпальщика, используемым инструментом и т.д.

При применении разборных резьбовых соединений усилие затяжки, регламентированное для каждого конкретного случая, имеет широкий диапазон разброса значений, полученных после реализации процесса сборки. Это объясняется тем, что, указанные в инструкциях по эксплуатации требуемые значения моментов затяжки элементов крепления, которые обычно описываются как приложение определённого усилия на рычаге заданной длины, очень трудно выполнить без соответствующего инструмента. В большинстве случаев величина этого момента оценивается слесарем-сборщиком субъективно. Стопорение резьбовых соединений деталей вибромашин традиционно осуществляется упругими (пружинными) шайбами, контргайками или стопорными пластинами.

Применение разъёмных элементов крепления вызывает необходимость в увеличении диаметров отверстий в смежных деталях машин, оборудования и металлоконструкций. Крепление этих деталей осуществляется в основном за счёт сил трения, создаваемых при сборке элементов крепления. Однако увеличенный зазор между стенкой детали и телом болта, несмотря на использование разнообразных типов стопорения гайки, через некоторое время приводит к снижению усилия соединения и, соответственно, к возможности возникновения аварийной ситуации. Для повышения надёжности резьбовых соединений вибромашин разработаны многочисленные варианты самостопорящихся гаек, например, с использованием резьбы с переменным шагом или радиальным натягом, что позволяет создать большой момент трения при соединении гайки с болтом [2, 3]. Этим обеспечивается постоянство усилия между элементами крепления, что препятствует самоотвинчиванию гаек при работе вибромашин.

На многих машиностроительных предприятиях Донбасса и стран СНГ описанные выше технологические приёмы сборки металлоконструкций машин сохранились и в настоящее время. К большому сожалению надо отметить, что за рубежом уже многие десятилетия осуществляется сборка машин горного, транспортного, энергетического машиностроения при помощи надёжных и простых неразъёмных штифтовых соединений, часто называемых по фамилии создателя – Хак-болты (Huck-bolts, Huck-fasteners или просто HUCK). Только в последние два-три года у отечественных производителей начал проявляться интерес к силовому заклёпочному крепежу – болтам (штифтам) с обжимным кольцом (а это официальное название).

Изобретателем новых типов неразъёмных соединений считается американец Louis C. Huck, запатентовавший свои изобретения в 50-х годах прошлого века (рис. 1) [4, 5]. Запорный болт (так он назван в патентах) представляет собой двухкомпонентное

металлическое крепежное устройство, используемое для одновременного соединения двух или более металлических деталей.

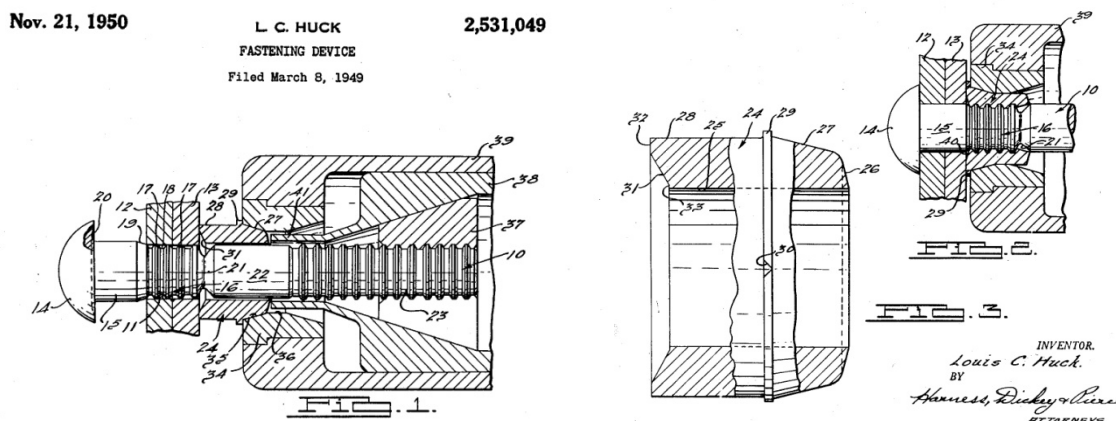


Рисунок 1. Рисунки к патенту Louis C. Хук на конструкцию неразъёмного штифтового соединения с обжимным кольцом

Данная система крепежа представляет собой штифт с поперечным расположением насечек и обжимное кольцо (рис. 2). С помощью специального инструмента (пневмогидравлического или гидравлического) кольцо обжимается на штифте и создаётся прочное неразъёмное, надёжное, герметичное и безопасное соединение, способное выдерживать большие нагрузки.



Рисунок 2. Один из многочисленных типов неразъёмных штифтовых соединений с обжимным кольцом

Технология соединения деталей и сборочных единиц с использованием штифтовых соединений повышенной прочности используется для машин и металлоконструкций, подвергаемых большим нагрузкам на срез и на растяжение. Например, для штифтового соединения с обжимным кольцом типа Avdelok® XT 2851 компании STANLEY Engineered Fastening (США) при использовании стального штифта диаметром 19,1 мм минимальная прочность соединения на срез составляет 144,4 кН, на разрыв 178,3 Н, а для штифта диаметром 28,6 мм эти показатели соответственно равны 309,1 кН и 368,9 кН [6].

Установка штифтовых соединений с обжимным кольцом осуществляется при помощи специального монтажного инструмента, который широко известен под общим названием “заклёпочник”.

Последовательность операций по соединению деталей при помощи Хак-болтов (рис. 3):

I. Штифт вставляется в подготовленное сквозное отверстие в соединяемых деталях на максимально возможную глубину. На конец штифта с другой стороны изделия надевается формовочное кольцо как можно ближе к стыку.

II. На конец штифта устанавливается “пистолет” инструмента. После включения гидростанции цанговый патрон в вытяжной головке “пистолета” перемещается в обратном направлении, захватывая шлицевый хвостовик штифта.

III. При движения цангового патрона обжимная втулка воздействует на кольцо, в результате чего при определённом усилии металл кольца начинает “течь”, полностью заполняя шлицы штифта и частично зазор между стенкой отверстия и телом штифта. Этим обеспечивается фиксация положения штифта и необходимая прочность соединения.

IV. После завершения обжимного цикла цанговый патрон, продолжая перемещение в обратном направлении, при определённом усилии отламывает хвостовик штифта в предназначенном для слома месте. При возвратно-поступательном режиме работы инструмента сначала освобождается обжимная втулка от уже обжатого кольца, затем раскрывается цанговый патрон, освобождая хвостовик штифта, после чего он извлекается из инструмента.

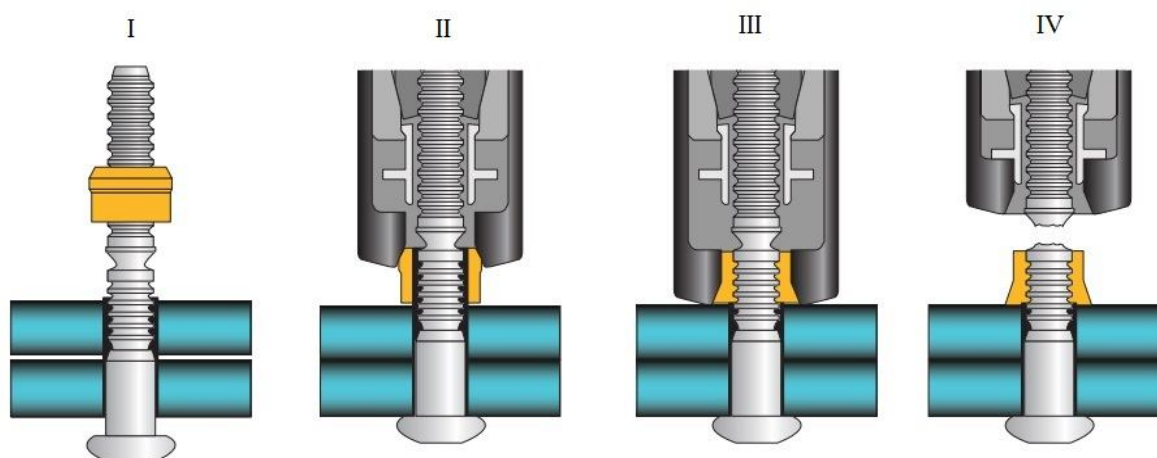


Рисунок 3. Последовательность операций по соединению деталей при помощи неразъёмного штифтового соединения с обжимным кольцом

Качество соединения деталей при помощи Хак-болтов определяется не только качеством используемых элементов крепежа, но и применяемым инструментом, а также настройкой его параметров. Принцип действия инструмента, его тип и типоразмер зависят от типа и диаметра используемого штифтового соединения, а также необходимого усилия соединения деталей. Для Хак-болтов с диаметрами наиболее распространёнными в горной промышленности, применяются мощные электрогидравлические инструменты, в комплект которых входят рабочая головка (клепающий пистолет или цилиндр), гидростанция, гидравлические шланги (рукава) высокого давления и насадки (пistonные головки). Например, “пистолет” типа LBH 16 производства RIVETEC s.r.o. (Чехия) применяется для установки штифтов с диаметрами до 16 мм, а работу инструмента обеспечивает гидравлическая станция HV 703 с рабочим давлением 65 МПа (рис. 4) [7].



а)б)

Рисунок 4. “Пистолет” типа LBH16 (а) и гидравлическая станция HV703 (б) RIVETEC

Хак-болты имеют целый ряд преимуществ по сравнению с другими типами неразъёмных соединений деталей машин:

- высокая прочность соединения;
- возможность обеспечения герметичности соединения;
- высокая устойчивость к вибрациям;
- минимальный разброс усилий соединения деталей от заданного при применении большого числа однотипных элементов крепления;
- отсутствие деформации скрепляемых деталей в результате их сборки;
- отсутствие необходимости применения элементов стопорения;
- простота сборки, высокая скорость монтажа.

Необходимо отметить, что разборка “неразъёмного” соединения осуществляется очень просто: зубило быстро перерубывает обжимное кольцо, освобождая его от штифта.

Но есть и недостаток соединения- установка данного крепёжного элемента требует обеспечения двухстороннего доступа к монтируемым деталям.

Благодаря уникальной совокупности достоинств Хак-болты начали быстро распространяться в различных отраслях техники, прежде всего при производстве самолетов, судов, вагонов и других транспортных средств. Нашли они применение и в многочисленных зарубежных конструкциях вибрационных машин.

В настоящее время ведущим мировым производителем специальных усиленных заклёпок, штифтовых соединений с обжимным кольцом, а также профессионального заклёпочного инструмента и оборудования для установки данных видов крепежа является американская компания HUCK, входящая в международный производственный холдинг Alcoa. В ассортимент специальных заклёпочных соединений, а также штифтовых соединений с обжимным кольцом HUCK входят такие основные типы, как Huck LockBolts, BobTail, HUCK-BOM, Auto-Bulb, Magna-Bulb, Auto-Bulb, HuckLok, FloorTight и другие.

Кроме того, компания выпускает промышленный пневмогидравлический и электрогидравлический заклёпочный инструмент для установки заклёпочного крепежа, например. Аналогичные элементы крепления и инструмент для их установки производят многочисленные фирмы и компании мира: KVT-Fastening, STANLEY Engineered Fastening (США), Rivitec и Fasty (Чехия), Avlock (ЮАР), Bollhoff, Gesipa и Goebel (ФРГ), Rivit (Италия), Bralo (Испания), SRC и NCG(Тайвань)и др.

3. Заключение

Выполненный анализ существующих способов неразъёмных соединений деталей машин, оборудования и металлоконструкций, работающих в условиях высоких знакопеременных нагрузок, позволил сделать следующие выводы:

1. Вибрационные машины относятся к машинам с очень сложными условиями работы, т.к. подвержены интенсивному усталостному изнашиванию.

2. Долговечность деталей, сборочных единиц и машины в целом во многом зависят от типа используемого крепления, способа сборки.

3. В начале 50-х годов прошлого века за рубежом разработаны принципиально новые конструкции неразъёмных штифтовых соединений, получившие широкое распространение во многих отраслях промышленности, в том числе при изготовлении вибрационных машин.

4. Большой ассортимент выпускаемых многочисленными зарубежными компаниями крепёжных систем типа HUCK позволяет подобрать наиболее оптимальные варианты для любых типов вибрационных машин.

5. Применение соединений деталей машин крепёжными системами типа HUCK позволяет существенно повысить показатели надёжности и долговечности вибрационной машины.

6. На большинстве машиностроительных предприятиях Донбасса и стран СНГ до сих пор преобладают устаревшие технологические приёмы сборки деталей и сборочных единиц вибрационных машин.

7. Потребность в элементах крепления типа HUCK настолько велика, что освоение отечественного производства разных типов штифтовых соединений с обжимным кольцом и инструмента для их установки должно быть осуществлено в самое ближайшее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайсберг, Л. А. Проектирование и расчёт вибрационных грохотов / Л. А. Вайсберг. – М.: Недра, 1986. – 144 с.

2. Бочарова, Е. А. Надёжность резьбовых соединений вибрационного оборудования для производства бетонных изделий / Е. А. Бочарова, Г. В. Артюх // Захист металургійних машин від поломок: Зб. наук. праць. – Мариуполь: ПДТУ. – 2012. – Вип.14. – С. 185-189.

3. Бочарова, Е. А. Самоторможение резьбовых соединений в машинах с повышенной вибрацией / Е. А. Бочарова, Г. В. Артюх // Университетская наука, в 3 т.: Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. (Мариуполь, 14-16 апреля 2013 г.). – Мариуполь: ПГТУ, 2013. – Т. 1. – С. 306–307.

4. Patent US2531049A. Fastening device. F 16 B 19/05. Louis C. Huck / Huck Manufacturing Co. Priority date: 08.03.1949. Patented 21.11.1950.

5. Patent US2754703A. Method of riveting. B 21 D 39/03. Louis C. Huck / Huck Manufacturing Co. Priority date: 29.12.1945. Patented 17.07.1956.

6. STANLEY Engineered Fastening. – Режим доступа: <https://www.stanleyengineeredfastening.com/> / (07.12.2017)

7. Системы штифтовых соединений с обжимным кольцом высокой прочности RIVETEC. – Режим доступа: http://fixtrade.ru/stati/sistemy_shtiftovyh_soedinenij_s_obzhimnym_kolcom_vysokoj_prochnosti_rivetec/ / (27.01.2018)

Поступила в редколлегию 24.04.2018 г.