

УДК 621.883

Красовский С. С.

КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ УДАРНО-ИМПУЛЬСНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Вопросы анализа конструкций ударно-импульсных механизмов и их классификация рассматриваются во многих работах [1–3]. В качестве критерия разделения механизмов на классы выбираются различные факторы: тип привода, вид движения ударника, род накапливаемой ударником энергии, силы, обеспечивающей зацепление ударника с наковальной, способ управления ударом и т. д.

Наиболее полная классификация ударно-импульсных механизмов предложена в работах [4–5]. Рассматривая две качественно отличающиеся фазы работы ударно-импульсного механизма можно выделить два основных фактора, влияющих на эффективность гайковерта ударного действия: угловую скорость ударника перед ударом и относительное положение ударника и наковальни при ударе. Изменение первого фактора приводит к изменению рабочих характеристик гайковерта. Для максимального использования возможностей работы механизма необходимо, чтобы относительная скорость соударения ударника и наковальни имела наибольшее значение, допускаемое прочностью механизма. Определенное относительное положение соударяющихся деталей перед ударом (второй фактор) обеспечивает постоянство геометрии удара и исключает кромочный удар ударника и наковальни.

Целью настоящей работы является систематизация классификации ударно-импульсных механизмов гайковертов.

Стабильность вышеперечисленных факторов достигается наличием обратной связи между ударником и наковальной по скорости и относительному положению. В зависимости от наличия или отсутствия обратной связи по этим двум факторам, т. е. исходя из способа управления ударом, все конструкции ударно-импульсных механизмов разделяются на пять групп (табл. 1). Такая классификация позволяет качественно оценить конструкции ударно-импульсных механизмов каждой группы и выбрать наиболее оптимальную схему гайковерта ударно-вращательного действия для сборки крупных резьбовых соединений.

Наиболее простыми являются ударно-импульсные механизмы первой группы, в которых отсутствует обратная связь по скорости и относительному положению. Пример такого механизма показан на рис. 1, а.

В этом механизме [6] разгон ударника 1 осуществляется с помощью привода 2, и при достижении определенной угловой скорости, которая определяется интуитивно оператором, подается команда на выполнение ударно-вращательного импульса. При этом не исключаются кромочные удары ударника 1 по наковальне 3.

Ударно-импульсные механизмы первой группы имеют ряд существенных недостатков, затрудняющих их применение в гайковертах для сборки крупных резьбовых соединений. Это – опасность кромочного удара, из-за которой приходится уменьшать относительную скорость соударения ударника и наковальни. Кроме того, угол разгона ударника в таких конструкциях не превышает 360° , поэтому для разгона ударника до необходимой скорости требуется мощный привод. Увеличение мощности привода связано с увеличением его веса, а значит – и веса гайковерта.

В механизмах второй группы обратная связь по скорости осуществляется с помощью устройства управления ударом.

К таким конструкциям можно отнести гайковерты [7, 8], один из которых представлен на рис. 1, б.

Таблица 1

Классификация ударно-импульсных механизмов

Обратная связь по скорости	Обратная связь по относительному положению ударника и наковальни	
	Отсутствует	Имеется
Отсутствует	<p>Первая группа</p>	<p>Вторая группа</p>
	<p>Третья группа</p>	<p>Четвертая группа</p>
Имеется	Имеется	
	<p>Пятая группа</p>	

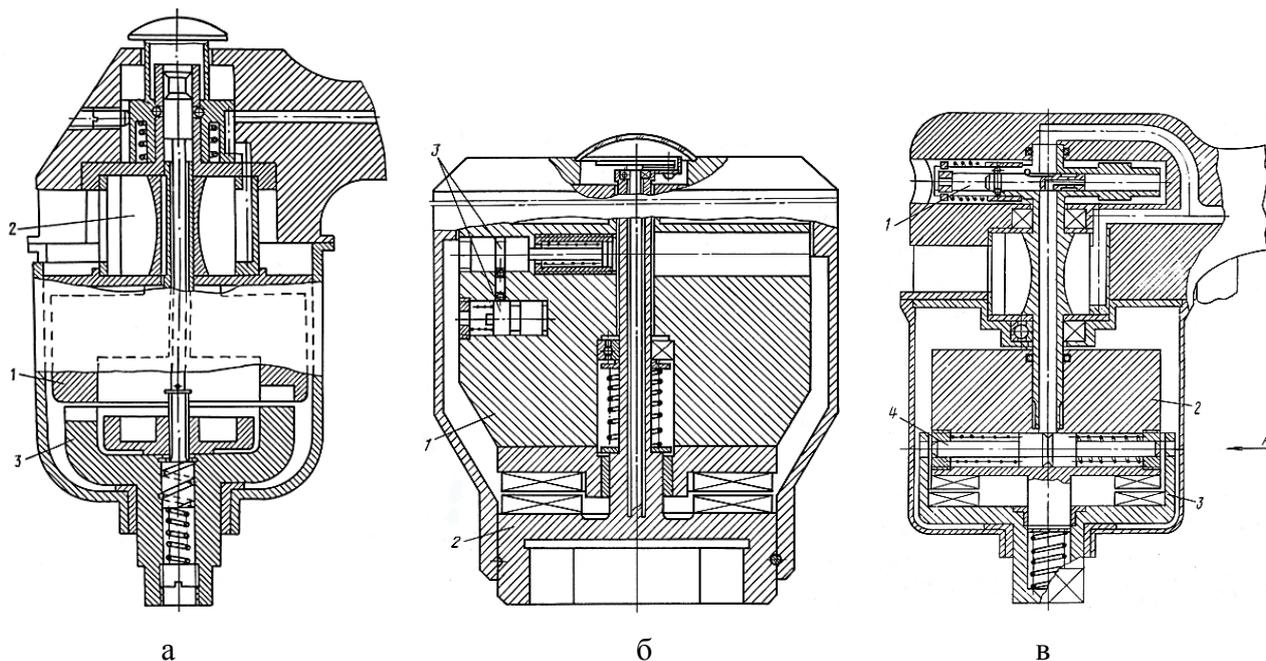


Рис. 1. Ударно-импульсный механизм:

а – ударно-импульсный механизм 1-й группы; б – ударно-импульсный механизм 2-й группы; в – ударно-импульсный механизм 3-й группы

Скорость соударения ударника 1 и наковальни 2 в этой конструкции постоянна и определяется настройкой центробежного регулятора 3, что ведет к постоянству энергии удара и выгодно отличает эти механизмы от механизмов первой группы. Однако конструкции этих гайковертов не исключают кромочных ударов ударника 1 по наковальне 2, что требует уменьшения относительной скорости соударения с целью увеличения срока их службы.

Наиболее широкое распространение в современных гайковертах ударно-вращательного действия получили механизмы третьей группы, имеющие обратную связь между ударником и наковальней по относительному положению [9–10] (рис. 1, в).

Эта группа механизмов [9], как и предыдущая, состоит из устройства управления скоростью соударения 1, ударника 2 и наковальни 3. Кроме этого, конструкции этой группы имеют устройство, отслеживающее взаимоположение ударника 2 и наковальни 3 при их соударении.

Конструктивное использование ударно-вращательных механизмов третьей группы может быть различным, основное, что их объединяет, – это наличие кинематической связи между ударником и наковальней.

Ненадежность и недолговечность кинематики ограничивает применение механизмов третьей группы в гайковертах для сборки крупных резьбовых соединений.

Наиболее эффективными для крупных резьбовых соединений можно считать механизмы четвертой группы, имеющие обратную связь по относительному положению и скорости и промежуточные элементы соударения.

Управление ударом по скорости позволяет не ограничивать угол разгона ударника половиной оборота или одним оборотом, как это происходит в конструкциях ряда серийно выпускаемых гайковертов типа ИП-3101, ИП-3103, ИП-3106, ИП-3205, ПРГ-2, ГПР-РИ-12 и др. Увеличение угла разгона ударника позволяет применять в гайковерте привод более низкой мощности и, соответственно, меньшего веса. При этом снижается производительность за счет уменьшения числа ударов гайковерта в единицу времени, но для сборки крупных резьбовых соединений этот фактор не является решающим.

Наличие промежуточных элементов при соударении ударника и наковальни позволяет избегать кромочных ударов в механизмах четвертой группы, повышает их надежность, позволяет проектировать их на максимально возможные скорости соударения. К таким гайковертам относится и конструкция, описанная в работе [11].

Для затяжки крупных резьбовых соединений был разработан ударный гайковерт (рис. 2) с ударно-импульсным механизмом четвертой группы [12]. Элементами зацепления здесь служат два размещенных в радиальных пазах ударника 1 ползуны 2, соединенных посредством рычагов 3 с подвижной втулкой 4. Во время разгона ударника ползуны поджимаются к оси ударника пружиной 5 и стопорятся в таком положении защелкой 6, связанной со следящим элементом 7. Следящий элемент, выполненный в виде радиального пальца с грузом, при разгоне ударника также зафиксирован в исходном положении шариком 8, входящим в его канавку, стержнем 9 центробежного регулятора 10.

При разгоне ударника центробежный регулятор перемещается к периферии. В определенный момент, зависящий от угловой скорости, его канавка разместится над шариком 8. Величина угловой скорости при этом такова, что груз следящего элемента под действием центробежной силы выталкивает шарик 8 через стержень 9 в канавку центробежного регулятора.

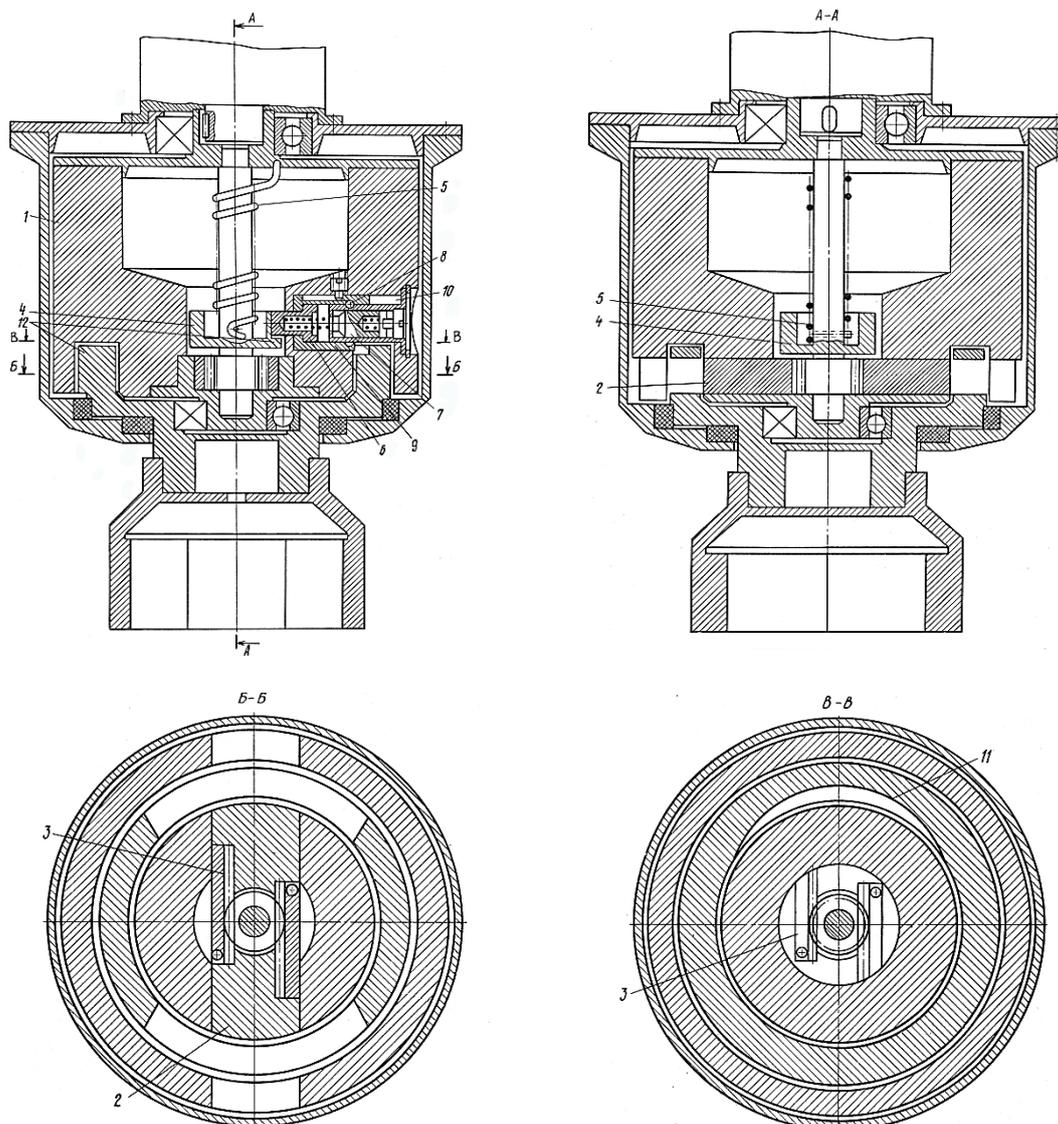


Рис. 2. Ударно-вращательный механизм четвертой группы

Двигаясь в радиальном направлении, следящий элемент своим торцом упирается в профилированную дорожку 11, выполненную на внутренней боковой поверхности наковальни 12. Профилированная дорожка, выполненная эксцентрично, позволяет следящему элементу освободить подвижную втулку 4 ползунов 2 от защелки 6 только в определенном относительном положении ударника и наковальни. Это положение выбирается таким, чтобы при дальнейшем вращении ударника 1 ползуны 2 под действием центробежных сил переместились на полную величину зацепления до того, как они встретятся с кулачком наковальни.

Остановка ударника после удара устраняет центробежные силы, и все элементы под действием соответствующих пружин возвращаются в исходные положения, после чего начинается очередной цикл.

Достоинство предложенного механизма заключается в том, что все элементы механизма при зацеплении перемещаются в рабочее положение под действием центробежных сил и не требуют на это дополнительных затрат энергии. Это позволяет добиться более высокого удельного крутящего момента, что особенно важно в гайковертах для крупных резьбовых соединений.

Результаты исследований ударно-вращательных гайковертов на долговечность показывают, что все они выходят из строя через 10...20 тысяч циклов (затяжек резьбовых соединений) по причине разрушения ударной группы (ударника или наковальни). Причина – непосредственное их ударное взаимодействие, и чем выше жесткость собираемых стыков, тем ниже стойкость гайковертов. Учитывая это обстоятельство, была разработана конструкция ударно-импульсного механизма, позволяющая исключить ударное взаимодействие ударника по наковальне, что, в свою очередь, значительно повышает срок службы гайковерта. Это ударно-импульсный механизм пятой группы [13, 14]. В этой группе механизмов ударно-вращательный импульс от ударника к наковальне передается посредством жидкой среды.

На рис. 3 представлен механизм, конструкция которого аналогична конструкции ударно-импульсных механизмов четвертой группы, однако ряд существенных конструктивных изменений позволяют отнести его к пятой группе.

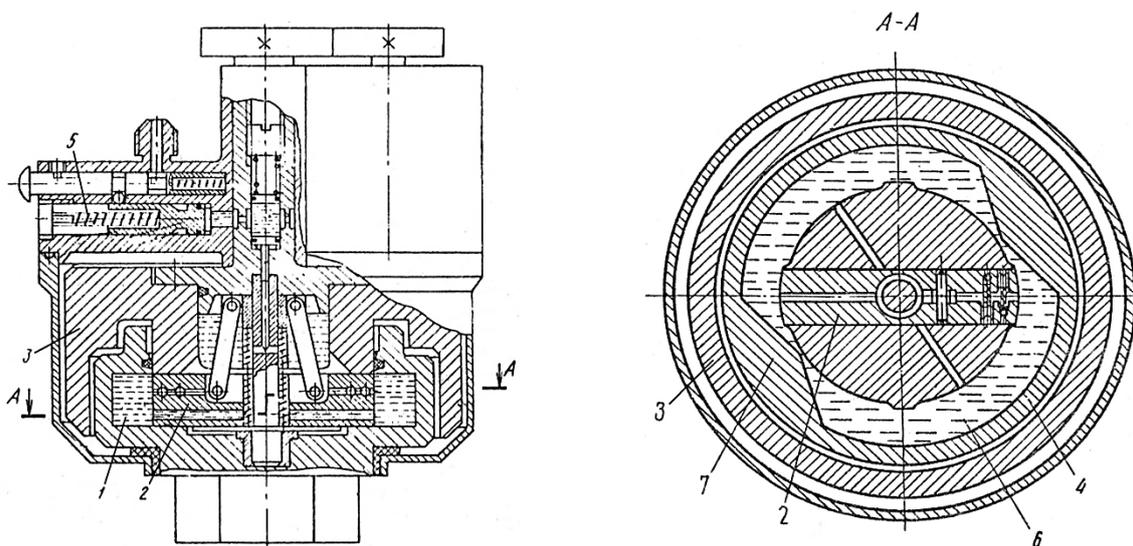


Рис. 3. Ударно-вращательный механизм пятой группы

Отличительной их особенностью является то, что они имеют герметическую камеру 1 в зоне выхода ползунов 2, образованную между ударником 3 и наковальней 4. После разгона ударника 3 до заданной угловой скорости центробежный регулятор 5 дает команду на выход ползунов 2, при этом их радиальное перемещение начинается только при определенном взаимном положении ударника 3 относительно наковальни 4. Вся накопленная

ударником энергия посредством ползунов 2 передается наковальне 4 через объем жидкости, оказавшейся в замкнутом пространстве 6, образованном между выступами 7 наковальни 4 и ползунами 2 при их радиальном перемещении.

После остановки ударника посредством пружин все элементы конструкции возвращаются в исходное положение, и гайковерт готов к последующему импульсу.

Кроме всех прочих преимуществ эти конструкции позволяют значительно повысить энергетические характеристики гайковерта, вследствие отсутствия непосредственного контакта ударника и наковальни, что позволяет не ограничивать скорость разгона ударника.

ВЫВОДЫ

Приведенная классификация систематизирует ударно-импульсные механизмы и позволяет выбрать рациональную конструкцию гайковерта для сборки тех или иных резьбовых соединений. В свою очередь, правильно выбранная схема гайковерта значительно увеличивает срок его эксплуатации.

В результате проведенных исследований подтверждена высокая эффективность применения ударно-вращательных гайковертов при затяжке резьбовых соединений.

Наиболее предпочтительная из всех рассмотренных схем ударно-вращательных механизмов является пятая группа, так как в их конструкциях ударное взаимодействие ударника и наковальни осуществляется через жидкую среду, что позволяет повысить их энерго-силовые характеристики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семиков В. Г. Ударные гайковерты для крупных резьбовых соединений / В. Г. Семиков, А. Л. Еськов, В. П. Шелуханов // Оборудование и инструмент. – Харьков : ЦентрИнформ, 2003. – № 02 (37). – С. 60.
2. Пат. 2394214 Российская Федерация, МПК G01L5/24. Стенд для контроля крутящего момента пневматических гайковертов / Устинов В. В.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Ингерсолл-Рэнд СиАйЭс» – № 2008130234/28; заявл. 21.07.08; опубл. 10.07.2010, Бюл. № 5. – 3 с.: ил.
3. Красовский С. С. Методы и средства создания заданных усилий в резьбовых соединениях: теория, исследования, технология, конструкции: монография / С. С. Красовский. – Краматорск : ДГМА, 2009. – 144 с.
4. Рабинов А. И. Новые средства механизации импульсного действия для сборочных и монтажных работ / А. И. Рабинов. – Ленинград : ЛДНТН, 1973. – 192 с.
5. Barz E. Betrachtungen zenn Drehschlagscharanlen / E. Barz, P. Sieling // Werkstattstechnik. – 1969. – № 6, т. 59.
6. А. с. 1174245 СССР. Пневматический гайковерт ударно-импульсного действия с тарированным моментом затяжки / В. Н. Бузунов, С. С. Красовский (СССР). – № 3564547; заявл. 21.03.1983; опубл. 23.08.1985; Бюл. № 31.
7. А. с. 1143586 СССР. Гайковерт ударно-импульсного действия / В. Н. Бузунов, С. С. Красовский (СССР). – № 3522472; заявл. 16.12.1982; опубл. 07.03.1985; Бюл. № 9.
8. А. с. 1229026 СССР. Ручная машина ударно-вращательного действия / С. С. Красовский, Ю. В. Булгаков (СССР). – № 3765719; заявл. 29.06.1984; опубл. 07.05.1986; Бюл. № 17.
9. А. с. 1126427 СССР. Гайковерт ударно-вращательного действия / С. С. Красовский, А. Ф. Ведмедев (СССР). – № 3584697; заявл. 25.04.1983; опубл. 30.11.1984; Бюл. № 44.
10. А. с. 1069986 СССР. Гайковерт ударно-импульсного действия с тарированным моментом затяжки / В. Н. Бузунов, С. С. Красовский (СССР). – № 3510978; заявл. 10.11.1982; опубл. 30.01.1984; Бюл. № 4.
11. А. с. 1258686 СССР. Гайковерт ударного действия / С. С. Красовский, А. Ф. Ведмедев (СССР). – № 3892201; заявл. 05.05.1985; опубл. 23.09.1986; Бюл. № 35.
12. А. с. 969512 СССР. Ударно-импульсный вращательный механизм / В. Н. Бузунов, В. М. Искрицкий, С. С. Красовский (СССР). – № 3269148; заявл. 03.04.1981; опубл. 30.10.1982; Бюл. № 40.
13. А. с. 1349991 СССР. Ударно-импульсный механизм / С. С. Красовский, Ю. В. Булгаков (СССР). – № 3974565; заявл. 13.11.1985; опубл. 07.11.1987; Бюл. № 41.
14. А. с. 1752535 СССР. Пневматический гайковерт / С. С. Красовский (СССР). – № 4800486; заявл. 11.03.1990; опубл. 07.08.1992; Бюл. № 29.