

Романюк Н.Н.

Сашко К.В.

Лакутя С.М.

Белорусский государственный аграрный  
технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

Эвиев В.А.

Калмыцкий государственный университет им.  
Б.Б.Городовикова  
г. Элиста, Российская Федерация

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТЫ

УДК 621.825

*Н.Н. Романюк, К.В. Сашко, С.М. Лакутя, В.А. Эвиев «Совершенствование конструкции предохранительной муфты»*

В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой механических устройств – муфт, ограничивающих передаваемый крутящий момент и защищающих детали машин от поломок при перегрузках. Предложена оригинальная конструкция муфты предохранительной, использование которой позволит повысить ее эксплуатационную надежность и улучшить технологичность обслуживания.

Целью данных исследований явилось повышение эксплуатационной надежности и улучшение технологичности обслуживания муфты предохранительной, используемой в устройствах для передачи крутящего момента сил от двигателя к силовой передаче, работающей преимущественно в режиме перегрузок и ударных нагрузок, в том числе и заклинивания рабочих органов силовой передачи.

Проведенный патентный поиск показал, что известна муфта предохранительная, содержащая наружную обойму с шлицами на внутренней поверхности и установленную в ее полости внутреннюю обойму с размещенными в ней ведущим валом, имеющим канавки, ведущим и ведомым дисками, каждый из которых снабжен возможностью смещения вдоль шлицев наружной обоймы, упругим элементом, телами качения и ведомым валом, на концах ведущего и ведомого валов внутренней обоймы размещены ведущая и ведомая зубчатые полумуфты с бочкообразным профилем и внешними зубьями, сопряженными с внутренними зубьями ведущей и ведомой гильз, установленных оппозитно друг к другу в полости наружной обоймы с возможностью вращения и смещения вдоль оси симметрии муфты посредством центрирующих поясков, упругие элементы в виде тарельчатых пружин сжатия, оппозитно установленные и взаимно сопряженные торцевыми поверхностями диски, которые размещены между ведущей гильзой и ведомой гильзой и взаимно зафиксированы телами качений в канавках дисков и углублениях на торцах ведущей гильзы и ведомой гильзы, при этом углубления на торцевых поверхностях гильз придана каплеобразная форма с наибольшей углубленной частью, равной половине диаметра тела качения, а канавки в дисках выполнены дугowymi и прерывистыми с переменной глубиной, плавно уменьшающейся в сторону перемещения тел качения, и в виде цилиндрических отверстий с диаметром, равным диаметру тел качения, при этом толщина каждого диска больше диаметра тела качения.

К недостаткам муфты предохранительной относятся низкая ее эксплуатационная надежность, вызванная потерей упругих свойств тарельчатых пружин в процессе работы, а также сложность обслуживания из-за необходимости ее демонтажа для привода в рабочее состояние после срабатывания.

**Ключевые слова:** предохранительная муфта, оригинальная конструкция, крутящий момент, перегрузки, детали машин, поломка, эксплуатационная надежность.

*М.М. Романюк, К.В. Сашко, С.М. Лакутя, В.А. Евиев «Совершенствование конструкции запобіжної муфти»*

У статті розглядаються питання, пов'язані з розробкою механічних пристроїв - муфт, що обмежують передається крутний момент і захищають деталі машин від поломок при перевантаженнях. Запропоновано оригінальну конструкцію муфти запобіжної, використання якої дозволить підвищити її експлуатаційну надійність і поліпшити технологічність обслуговування.

Метою даних досліджень є підвищення експлуатаційної надійності і поліпшення технологічності обслуговування муфти запобіжної, використовуваної в пристроях для передачі крутного моменту сил від двигуна до силової передачі, що працює переважно в режимі перевантажень і ударних навантажень, в тому числі і заклинювання робочих органів силової передачі.

Проведений патентний пошук показав, що відома муфта запобіжна, що містить зовнішню обойму з шлицями на внутрішній поверхні і встановлену в її порожнині внутрішню обойму з розміщеними в ній провідним валом, що має канавки, ведучим і веденим дисками, кожен з яких забезпечений можливістю зміщення вздовж шлиців зовнішньої обойми, пружним елементом, тілами качення і веденим валом, на

кінцях ведучого і веденого валів внутрішньої обойми розміщені ведуча і ведена зубчасті напівмуфти з бочкоподібним профілем і зовнішніми зубами, сполученими з внутрішніми зубами ведучої і веденої гільз, встановлених опозитно один до одного в порожнині зовнішньої обойми з можливістю обертання і зсуву вздовж осі симетрії муфти за допомогою центруючих пасків, пружні елементи у вигляді тарілчастих пружин стиснення, опозитно встановлені і взаємно пов'язані торцевими поверхнями дисків, які розміщені між провідною гільзою і відомою гільзою і взаємно зафіксовані тілами кочення в канавках дисків і поглибленнях на торцях провідною гільзи і відомою гільзою, при цьому поглибленні на торцевих поверхнях гільз додана каплеподібна форма з найбільшою поглибленою частиною, яка дорівнює половині діаметра тіла кочення, а канавки в дисках виконані дуговими і переривчастими зі змінною глибиною, плавно зменшується в сторону переміщення тіл кочення, і у вигляді циліндричних отворів з діаметром, рівним діаметру тел кочення, при цьому товщина кожного диска більше діаметра тіла кочення.

До недоліків муфти запобіжної відносяться низька її експлуатаційна надійність, викликана втратою пружних властивостей тарілчастих пружин в процесі роботи, а також складність обслуговування через необхідність її демонтажу для приводу в робочий стан після спрацювання.

**Ключові слова:** запобіжна муфта, оригінальна конструкція, крутний момент, перевантаження, деталі машин, поломка, експлуатаційна надійність.

*M.M.Ramaniuk<sup>1</sup>, K.U.Sashko<sup>1</sup>, V.A.Eviev<sup>2</sup>, S.M.Lakutya<sup>1</sup> “Improving design of the safety clutch”*

The article deals with the issues related to the development of mechanical devices such as clutches, limiting the transmitted torque and protecting machine parts from damage during overloads. An original design of the safety clutch is proposed, the use of which will increase its operational reliability and improve the manufacturability of maintenance.

The purpose of these studies was to increase the operational reliability and improve the manufacturability of the safety clutch service used in devices for transmitting torque from the engine to the power transmission, operating mainly in overload and shock loads, including jamming of the power transmission operating elements.

A patent search showed that a safety clutch [1] is known, which contains an outer sleeve with slots on the inner surface and an inner sleeve installed in its cavity with a drive shaft, grooves, drive and driven disks, each of which is equipped with the possibility of displacement along the splines of the outer cage, the elastic element, the rolling elements and the driven shaft, at the ends of the leading and driven shafts of the inner cage are located the leading and driven gear half-couplings with barrel-shaped profile and external teeth mating with the inner teeth of the leading and driven sleeves, installed opposite to each other in the cavity of the outer cage with the possibility of rotation and displacement along the axis of symmetry of the coupling through centering belts, elastic elements in the form of plate springs of compression, oppositely mounted and mutually conjugated end surfaces of the disks, which placed between the leading sleeve and the driven sleeve and mutually fixed rolling elements in the grooves of the discs and grooves on the ends of the leading sleeve and the driven sleeve, while deepening m on the end surfaces of the sleeves is given a drop-shaped form with the largest deep part equal to half the diameter of the rolling body, and the grooves in the discs are arcuate and intermittent with a variable depth smoothly decreasing in the direction of movement of the rolling bodies and in the form of cylindrical holes with a diameter equal to rolling, while the thickness of each disc is larger than the diameter of the rolling body.

The disadvantages of the safety coupling include its low operational reliability, caused by the loss of the elastic properties of the cup springs during operation, as well as the difficulty of maintenance due to the need to dismantle it in order to bring it into working condition after operation.

**Keywords:** safety clutch, original design, torque, overload, machine parts, breakage, operational reliability.

## Введение

Для предотвращения поломки сложных и дорогостоящих механизмов машин и оборудования, при возникновении нештатных ситуаций, связанных с увеличением действующих на них нагрузок сверх допустимых, в привод встраиваются муфты, которые реагируют на происходящее при этом увеличение крутящего момента и прекращают передачу вращения. Такие муфты называются предохранительными и ими оснащаются практически все оборудование и машины автоматического действия, особенно работающие с высокими скоростями.

Целью данных исследований явилось повышение эксплуатационной надежности и улучшение технологичности обслуживания муфты предохранительной, используемой в устройствах для передачи крутящего момента сил от двигателя к силовой передаче,

работающей преимущественно в режиме перегрузок и ударных нагрузок, в том числе и заклинивания рабочих органов силовой передачи.

Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1 Провести патентные исследования и проанализировать конструкции предохранительных муфт.

2. Разработать конструкцию предохранительной муфты для предотвращения поломок механизмов машин и оборудования, способную повысить ее эксплуатационную надежность и улучшить технологичность обслуживания.

### Изложение основной информации

Реализация поставленных задач исследований осуществлена следующим образом. Проведенный патентный поиск показал, что известна муфта предохранительная [1], содержащая наружную обойму с шлицами на внутренней поверхности и установленную в ее полости внутреннюю обойму с размещенными в ней ведущим валом, имеющим канавки, ведущим и ведомым дисками, каждый из которых снабжен возможностью смещения вдоль шлицев наружной обоймы, упругим элементом, телами качения и ведомым валом, на концах ведущего и ведомого валов внутренней обоймы размещены ведущая и ведомая зубчатые полумуфты с бочкообразным профилем и внешними зубьями, сопряженными с внутренними зубьями ведущей и ведомой гильз, установленных оппозитно друг к другу в полости наружной обоймы с возможностью вращения и смещения вдоль оси симметрии муфты посредством центрирующих поясков, упругие элементы в виде тарельчатых пружин сжатия, оппозитно установленные и взаимно сопряженные торцевыми поверхностями диски, которые размещены между ведущей гильзой и ведомой гильзой и взаимно зафиксированы телами качений в канавках дисков и углублениях на торцах ведущей гильзы и ведомой гильзы, при этом углублениям на торцевых поверхностях гильз придана каплеобразная форма с наибольшей углубленной частью, равной половине диаметра тела качения, а канавки в дисках выполнены дуговыми и прерывистыми с переменной глубиной, плавно уменьшающейся в сторону перемещения тел качения, и в виде цилиндрических отверстий с диаметром, равным диаметру тел качения, при этом толщина каждого диска больше диаметра тела качения.

К недостаткам муфты предохранительной относятся низкая ее эксплуатационная надежность, вызванная потерей упругих свойств тарельчатых пружин в процессе работы, а также сложность обслуживания из-за необходимости ее демонтажа для привода в рабочее состояние после срабатывания.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана оригинальная конструкции муфты предохранительной [2] (рисунок 1: а) – диаметральный разрез муфты предохранительной при передаче номинальной величины крутящего момента; б) – сечение А-А (поперечный разрез ведущего диска с размещением тел качения в прерывистых дуговых канавках); в) – диаметральный разрез муфты предохранительной при критических нагрузках, а также при заклинивании валков прокатной клетки).

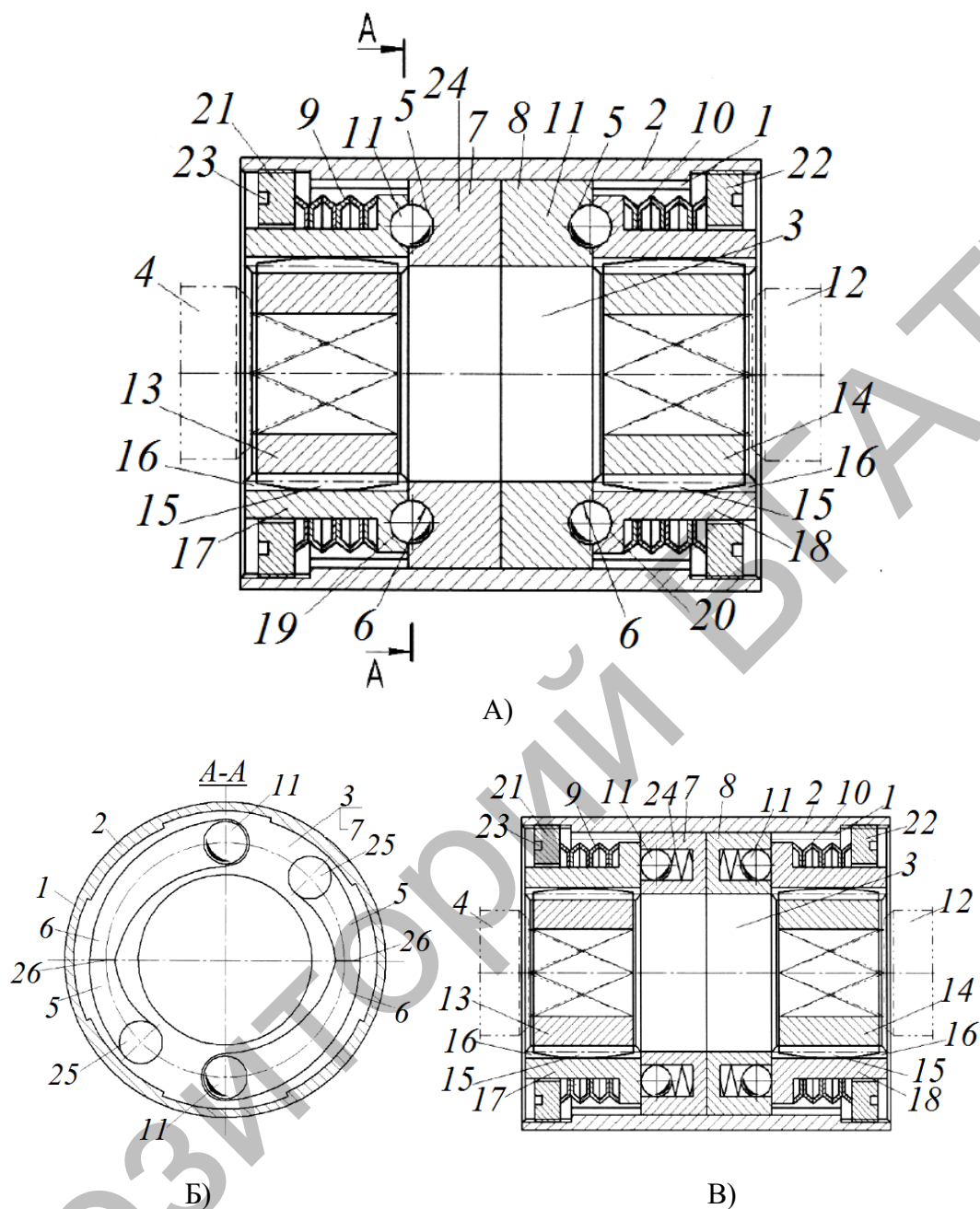


Рис.1. Муфта предохранительная

Муфта предохранительная содержит с шлицами 1 на внутренней поверхности наружную обойму 2 и установленную в ее полости внутреннюю обойму 3. Внутренняя обойма 3 образована ведущим валом 4, имеющим канавки 5 и 6 ведущим диском 7 и ведомым диском 8, упругими элементами - тарельчатыми пружинами 9 и 10, телами качений 11 и ведомым валом 12. Ведущий и ведомый диски 7 и 8 снабжены возможностью смещения вдоль шлиц 1 наружной обоймы 2. На шестигранных концах ведущего вала 4 и ведомого вала 12 внутренней обоймы 3 размещены ведущая и ведомая зубчатые полумуфты 13 и 14 с бочкообразным профилем и внешними зубьями 15. Внешние зубья 15 ведущей полумуфты 13 и ведомой полумуфты 14 сопряжены с внутренними зубьями 16 ведущей гильзы 17 и ведомой гильзы 18. Гильзы 17 и 18 установлены оппозитно друг другу в полости наружной обоймы 2 с возможностью вращения и смещения вдоль оси симметрии муфты посредством центрирующих поясков 19 и 20.

Упругие элементы 9 и 10 в виде тарельчатых пружин сжатия размещены между центрирующими поясками 19 и 20 ведущей гильзы и ведомой гильзы 18 и регулировочными втулками 21 и 22. Установленные на концевых участках в полости наружной обоймы 2 регулировочные втулки 21 и 22 имеют углубления 23, предназначенные для установки ключа во время регулировки тарельчатых пружин 9 и 10. В углублениях под телами качения 11 установлены пружины сжатия 24. Гильзы 17 и 18 имеют возможность свободного осевого перемещения.

Оппозитно установленные между гильзами и взаимно сопряженные торцевыми поверхностями ведущий диск 7 и ведомый диск 8 телами качений 11 взаимно зафиксированы в углублениях 19 и 20 на торцевых поверхностях ведущей гильзы 17 и ведомой гильзы 18 и в канавках 6 ведущего диска 7 и ведомого диска 8. Углублениям 19 и 20 на торцевых поверхностях гильз 17 и 18 придана каплеобразная форма. Наибольшая углубленная часть в каплеобразной форме углубления центрирующих поясков 19 и 20 равна половине диаметра тела качения 11. Углубления 19 и 20 плавно переходят на торцевую поверхность гильзы 17 и 18.

В дисках 7 и 8 канавки 5 и 6 выполнены дуговыми и прерывистыми с переменной глубиной, плавно уменьшающейся в сторону перемещения тел качения 11. Канавки 5 и 6 заканчиваются отверстиями 25. Диаметр цилиндрических отверстий 25 равен диаметру тел качения 11. Толщина каждого диска 7 и 8 больше в 1,05-1,1 раза диаметра тела качения 11. Глубина канавок 5 и 6 в месте их пересечения 26 не превышает 0,1...0,2 диаметра тела качения 11.

Муфта работает следующим образом. Мощность от двигателя в виде крутящего момента сил с заданной частотой с шестигранного концевика ведущего вала 4 передается на ведущую полумуфту 13. Внешними зубьями 15 ведущей полумуфты 13 усилие, создающее момент сил, передается на внутренние зубья 16 ведущей гильзы 17. За счет предварительно нагруженных упругих элементов 9 в виде тарельчатых пружин и упругих элементов 10 торцевыми поверхностями ведущая гильза 17 поджата к торцевой поверхности ведущего диска 7, так же как торцевая поверхность ведомой гильзы 18 за счет нагруженных тарельчатых пружин сжатия 10 прижата к торцевой поверхности ведомого диска 8 и между собой ведущий диск 7 сопряжен с торцевой поверхностью ведомого диска 8. Диски 7 и 8 занимают среднее положение на шлицах 1 в полости наружной обоймы 2.

Толкающее усилие от каждого каплеобразного углубления 19 на торцевой поверхности ведущей гильзы 17 через тела качения 11 передается в углубленную часть дуговой канавки 6 на ведущем диске 7 внутренней обоймы 3. Крутящий момент сил с ведущего диска 7 своими выступами переносится на шлицы 1 наружной обоймы 2. Угловые скорости вращений ведущего вала 4, ведущей полумуфты 13, ведущей гильзы 17, ведущего диска 7 равны угловой скорости вращения наружной обоймы 2. С наружной обоймы 2 шлицами 1 крутящий момент сил переносится на ведомый диск 8. Ведомая гильза 18 наибольшим углублением в канавке 6 телами качений 11 поворачивается вокруг оси симметрии муфты. Внутренними зубьями 16 ведомой гильзы 18 толкающее усилие передается на внешние зубья 15 ведомой полумуфты 14. Шестигранным отверстием ведомой полумуфты 14 крутящий момент сил передается на шестигранный конец ведомого вала 12, обеспечивая его вращение с заданной угловой скоростью.

Кроме передачи заданной величины крутящего момента сил от ведущего вала 4 к ведомому валу 12 ведущей и ведомой полумуфтами 13 и 14 и ведущей и ведомой гильзами 17 и 18 обеспечивается компенсация погрешностей расположения осей валов 4 и 12. Шестигранные хвостовики на концах валов 4 и 12 обеспечивают

беспрепятственный съем муфты как с источника мощности, так и с конца ведомого вала 12.

При критических нагрузках, а также заклинивании валков прокатной клетки, недостаточно прогретым стальным слитком металла, ведомый вал 12 становится в неподвижном состоянии. Вместе с ведомым валом 12 в неподвижном положении становятся ведомая полумуфта 14, ведомая гильза 18, тела качения 11 в каплевидных углублениях 20 на торцевой поверхности ведомой гильзы 18, ведомый диск 8, сопряженный углубленной частью канавки 6 с телами качений 11, и, за счет шлиц 1 по периметру ведомого диска 8, наружная обойма 2. За счет тех же шлиц 1 наружной обоймы 2 в неподвижном положении удерживается ведущий диск 7. При этом ведущий вал 4, ведущая полумуфта 13 и ведущая гильза 17 центрирующим пояском 19 поворачиваются в полости наружной обоймы 2 вокруг оси симметрии муфты, преодолевая силы трения.

Телами качений 11 при неподвижном ведущем диске 7 внутренней обоймы 3 ведущая гильза 17 поворачивается вокруг оси муфты и одновременно с этим смещается в сторону регулировочной втулки 21. Внутренние зубья 16 ведущей гильзы 17 сдвигаются вдоль наружных зубьев 15 ведущей полумуфты 13 на половину диаметра тел качений 11. При достижении места пересечения 26 канавок 6 и 5 тела качения 31 в каплеобразных углублениях 19 на торцевой поверхности ведущей гильзы 17 сначала вкатываются в канавки 5, смещаясь в сторону отверстий 25, а затем в них западают. Окончательное смещение тел качений 11 в отверстия 25 ведущего диска 7 происходит по той причине, что сжатыми упругими элементами 9 торцевая поверхность ведущей гильзы 17 смещается в сторону ведущего диска 7. При полностью утопленных в отверстия 25 ведущего диска 7 тел качений 11 ведущая гильза 17 своей торцевой поверхностью скользит по торцевой поверхности ведущего диска 7, не производя разрушающих действий.

Ведомый вал 12 останавливается. После устранения причин критических нагрузок, а также заклинивания валков прокатной клетки отворачивают регулировочную втулку 21, освобождая тарельчатые пружины 10, и при проворачивании ведомого вала 14 пружины сжатия 24 выталкивают тела качения 11 из отверстий 25 в канавки 5 и 6.

После этого, заворачивая регулировочные втулки 21 и сжимая тарельчатые пружины 9 и 10, восстанавливают требуемый крутящий момент привода. При этом не требуется демонтаж муфты предохранительной, что улучшает технологичность ее обслуживания.

### Выводы

1. Проведены патентные исследования и проанализированы конструкции предохранительных муфт, используемых в устройствах для передачи крутящего момента сил от двигателя к силовой передаче, работающих преимущественно в режиме перегрузок и ударных нагрузок.

2. Предложена оригинальная конструкция предохранительной муфты, которая способна повысить ее эксплуатационную надежность и улучшить технологичность обслуживания.

Список использованных источников

1. Патент на изобретение Российской Федерации №2350542 С1, МПК F16D43/20, 2008.
2. Муфта предохранительная : патент 15163 С1 Респ. Беларусь, МПК F 16D 43/20 / К.В. Сашко, Н.Н. Романюк, К.Ю. Гришан, П.А. Петрусенко, О.С. Кофтевич ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.– № а 20090998; заявл. 06.07.2009 ; опубл. 30.12.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 6. – С.147–148.